


4H-GRUBE Spund- / Trägerbohlwand

Detailinformationen

Seite überarbeitet November 2023

[Kontakt](#) 
[Programmübersicht](#) 
[Bestelltext](#) 
[Handbuch](#) 
[... als pdf](#) 

Infos auf dieser Seite




Bedienungsoberfläche

- [Bedienungsoberfläche](#)  • [globale Einstellungen](#)  • [Drucklistensteuerung](#) 

Aushubzustände

- [Aushubzustände](#)  • [Parameter für Aushubzustand](#) 

Boden / Berme / Wand

- [Bodenparameter](#)  • [Bermen / Böschungen](#)  • [Wandparameter](#) 

Anker / Lager

- [Anker](#)  • [Lager](#) 

Belastung

- [Flächenlasten](#)  • [Linienlasten](#) 

Erddruck / Nachweise

- [Erddruckermittlung](#)  • [Nachweise](#) 

Bedienungsoberfläche

Das Haupteingabefenster ist in vier Teile gegliedert, über die einerseits die Eingabe getätigt und anschließend die Ergebnisse protokolliert werden.

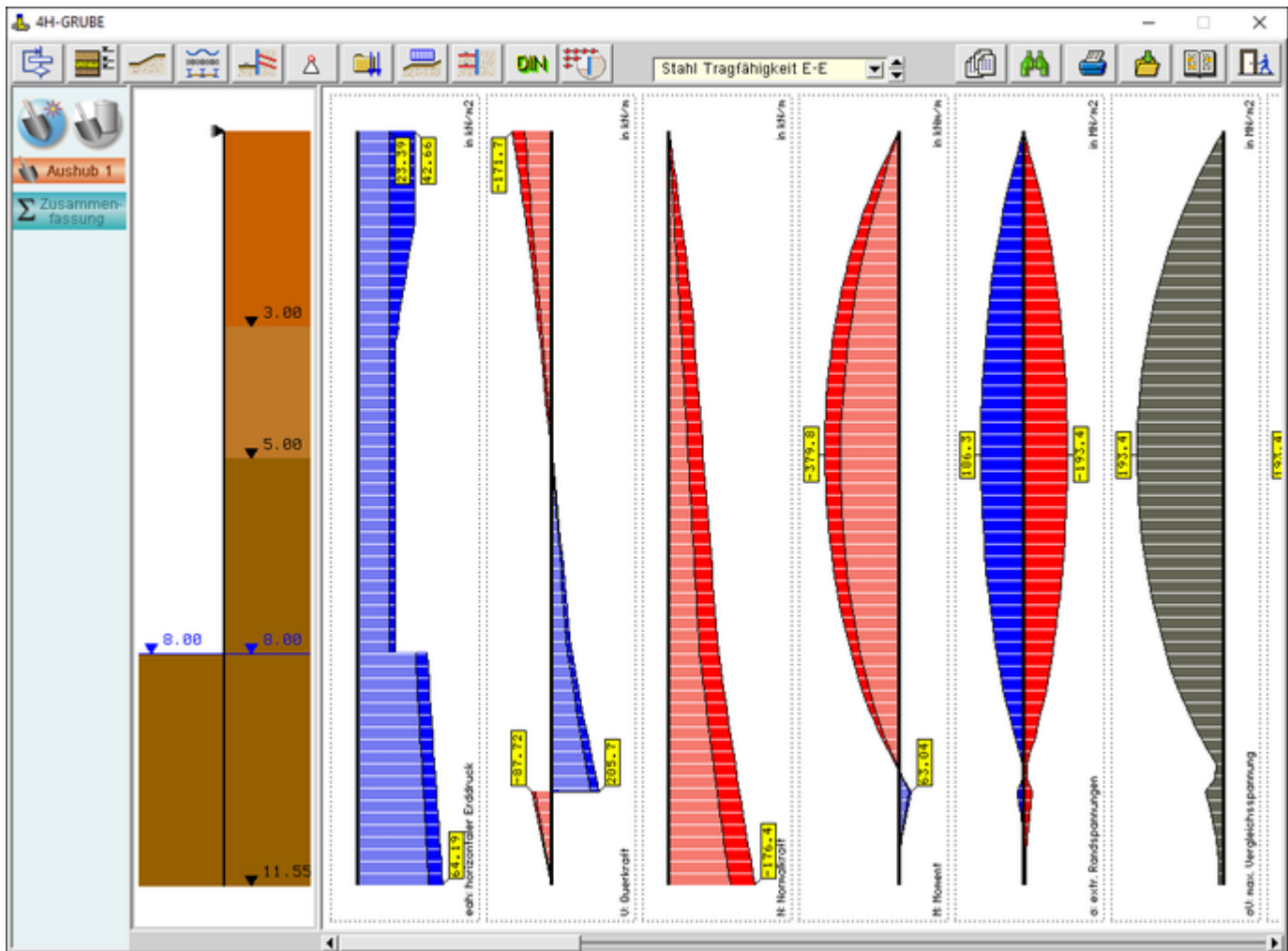


Bild vergrößern

Steuerbuttons

Am oberen Bildschirmrand befinden sich die Steuerbuttons zur Eingabe der Systemparameter und zur Steuerung des Programmablaufs.



Im Einzelnen werden folgende Funktionen über die Buttons gesteuert.



öffnet das Eingabefenster für die globalen **Berechnungseinstellungen**



... zur Definition der **Bodenschichten** mit den zugehörigen Parametern



... zur Eingabe von Bermen oder **Böschungen**



... zur Eingabe der **Wandparameter**



... zur Eingabe von **Ankern**



... zur Eingabe von **Lagern**






... zur Eingabe der **Einwirkungsstruktur**







Hier kann auch festgelegt werden, welche Lastfälle additiv oder alternativ zu behandeln sind.

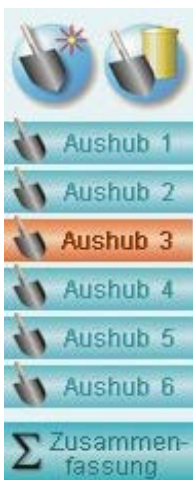


öffnet das Eingabefenster zur Eingabe von **Flächen-** oder **Linienlasten**

-  ... zur Eingabe der Berechnungsparameter für den aktuell ausgewählten **Aushubzustand**
-  ... zur Eingabe der **Nachweisparameter**
-  ... startet den Berechnungsvorgang (für alle Bauzustände)

Stahl Tragfähigkeit E-E mittels der Listbox wird zwischen den Ergebnissen der gewählten Nachweise des aktuell ausgewählten **Aushubzustands** gewechselt.
 Stahl Tragfähigkeit E-E
 Erdwiderlager
 Summe der Vertikalkräfte
 Verformungen Die Ergebnisse werden als Liniengrafik oder in Tabellenform im Hauptfenster angezeigt.

-  öffnet das Fenster zur Eingabe der **Drucklistenparameter**
-  öffnet den Viewer zur Anzeige der Druckliste.
Es wird die Liste des aktuell ausgewählten Aushubzustands angezeigt.
-  Erstellung der Druckausgabe für alle Aushubzustände
-  sichert die Eingabedaten
-  öffnet die Hilfefunktion
-  öffnet den Dialog zum Speichern der Eingabedaten und zum Verlassen des Programms



Über die Buttonleiste am linken Rand können Aushubzustände eingefügt oder gelöscht werden und es kann in der Ergebnisansicht zwischen den Aushubzuständen gewechselt werden.

Im unteren mittleren Ansichtsfenster erscheint eine Systemdarstellung des aktuellen Aushubzustands.
 In diesem Teilfenster werden Bodenschichten, Lager, Anker und Grundwasserstände dargestellt.



Das rechte große Teilfenster zeigt die Nachweisergebnisse des aktuellen Aushubzustands als Liniengrafiken oder Tabelle.

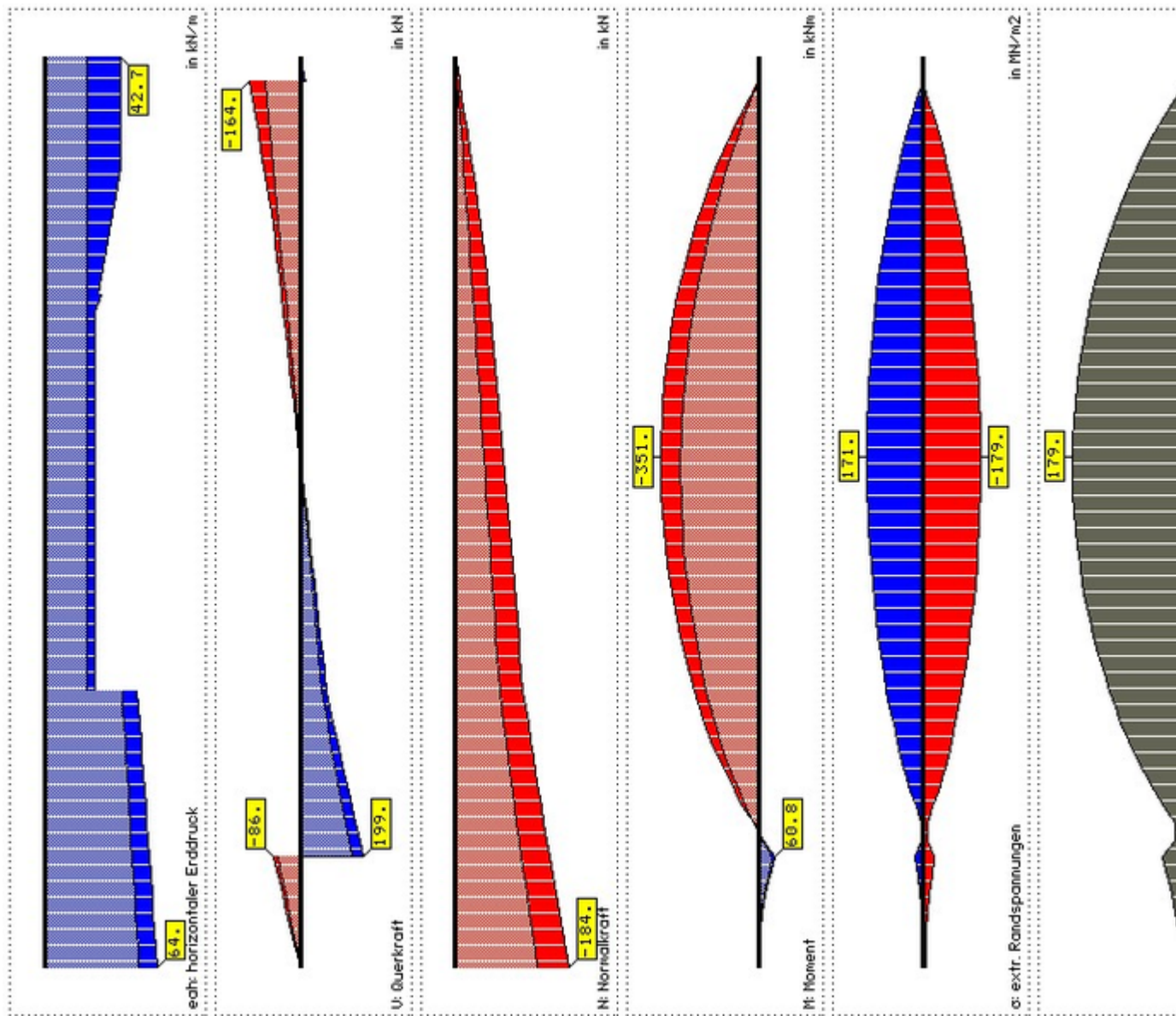


Bild vergrößern 

globale Einstellungen



Unter den globalen Einstellungen werden allgemeine Angaben zu den Normen, Rechenverfahren und Erddruckansätzen gemacht.

Der Aufruf des in zwei Register geteilten Eingabefensters erfolgt über den nebenstehenden Button.

Register *Berechnungsoptionen*

→ Allgemeine Einstellungen
✕

Berechnungsoptionen
Bildschirmdarstellung

Baugrundnorm

DIN 1054 1976-11
 DIN 1054 2005-01
 EC3 / EC7

Parameter

 Deutschland

Bemessung gemäß DIN EN 1997 GEO-2
 Bemessung gemäß DIN EN 1990

ΔE_{ah} bei der Berechnung der Einbindetiefe von Trägerbohlwänden berücksichtigen

Erdwiderstand eben (Spundwände)

Verfahren mit gekrümmten Gleitflächen bei $\varphi \geq 30^\circ$
 Beiwerte nach Caquot/Kerisel Beiwerte nach Sokolovsky/Pregl

Erdwiderstand räumlich (Trägerbohlwände)

Anpassungsfaktor gemäß EB 14 n_{Ep} : Korrektur nach Weißenbach berücksichtigen

Berechnungsparameter

Ausbreitungswinkel für Blocklasten: ° Strömungsdruck berücksichtigen n. Bent Hansen
 Mindesterdruddruckbeiwert vorgeben: -
 gemäß DIN 4085, 6.3.1.5 berechnen mit $\gamma =$ für GEO2 - Nachweise

Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 0$
 Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 1/3 \varphi$
 Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 1/2 \varphi$
 Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 2/3 \varphi$
 Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = \varphi$

Passiv $\delta = 0$
 Passiv $\delta = - 1/3 \varphi$
 Passiv $\delta = - 1/2 \varphi$
 Passiv $\delta = - 2/3 \varphi$
 Passiv $\delta = - \varphi$
 Passiv $\delta = - (\varphi - 2,5)$ für $\varphi \leq 30$, $= -27,5$ für $\varphi > 30$
(üblich für Trägerbohlwände)

Bild vergrößern

Im ersten Abschnitt des Registers werden Angaben zur verwendeten Berechnungsnorm vorgenommen.

DIN 1054 1976-11
 DIN 1054 2005-01
 EC3 / EC7

Parameter

 Deutschland

Bemessung gemäß DIN EN 1997 GEO-2
 Bemessung gemäß DIN EN 1990

Die Berechnung kann nach den Baugrundnormen DIN 1054, Ausgabe 1976-11, DIN 1054, Ausgabe 2005-01, oder EC 7 und zug. NA erfolgen.

Bzgl. der Kombinationsregeln für die Bemessung der Wand kann zwischen DIN EN 1997, GEO2, und DIN EN 1990 gewählt werden.

Der Umstand, dass DIN EN 1997 für die Bemessung der inneren Standsicherheit eigene Vorgaben macht, steht im Konflikt zur DIN EN 1990, die hier eigentlich verwendet werden müsste.

Relevant wird der Unterschied, wenn ein Aushubzustand in der Bemessungssituation BS-T (LF2 nach DIN 1054) berechnet wird, da hier abgeminderte Sicherheiten zum Tragen kommen.

Diese Unterscheidung zwischen Sicherheiten im Bau- und Endzustand kennt DIN EN 1990 nicht.

Noch problematischer wird die Bemessung nach GEO2, wenn Brückenlasten entspr. DIN EN 1991-2 auf die Wand wirken; die Verfahrensweise ist in diesem Falle gänzlich unklar.

grube_details.htm[04.11.2023 12:14:41]

Parameter

über den nebenstehend gezeigten Button wird ein Fenster zur Eingabe der Sicherheitsbeiwerte auf Einwirkungs- und Widerstandsseite geöffnet

Diese Sicherheitsbeiwerte können bei Bedarf verändert werden.

1.350 1.100 1.100

nicht regelkonforme Werte werden rot dargestellt.

Im Falle einer Änderung der Standardwerte erscheint in der Druckliste automatisch eine Tabelle mit den verwendeten Sicherheitsbeiwerten.

Standardwerte

stellt die DIN-Werte wieder her

Im zweiten Registerblatt können die Widerstandswerte gesichtet oder geändert werden.

Sicherheitsbeiwerte DIN 1054:2010-12

Einwirkung | Widerstand

Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände

>> Standardwerte wieder herstellen <<
(entspr. DIN 1054:2010 Tab.A 2.2 und A.2.3)

Widerstand	Formelzeichen	Lastfall			
		BS-P	BS-T	BS-A	BS-E
GEO-2: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund					
Scherfestigkeit					
Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$ des dränen Bodens	γ_{φ}	1.00	1.00	1.00	1.00
Kohäsion c' des dränen Bodens und Scherfestigkeit c_u des undränen Bodens	γ_c, γ_{cu}	1.00	1.00	1.00	1.00
Bodenwiderstände					
Erdwiderstand und Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,e}, \gamma_{R,v}$	1.40	1.30	1.20	1.00
Gleitwiderstand	$\gamma_{R,h}$	1.10	1.10	1.10	1.00
GEO-3: Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit					
Scherfestigkeit					
Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$ des dränen Bodens	γ_{φ}	1.25	1.15	1.10	1.00
Kohäsion c' des dränen Bodens und Scherfestigkeit c_u des undränen Bodens	γ_c, γ_{cu}	1.25	1.15	1.10	1.00

Diese Sicherheitsbeiwerte können bei Bedarf verändert werden.

1.350 1.100 1.100

nicht regelkonforme Werte werden rot dargestellt.

Im Falle einer Änderung der Standardwerte erscheint in der Druckliste automatisch eine Tabelle mit den verwendeten Sicherheitsbeiwerten.

Standardwerte

stellt die DIN-Werte wieder her

- aktiver Erddruck

- ΔE_{ah} bei der Berechnung der Einbindetiefe von Trägerbohlwänden berücksichtigen

Bei der Berechnung der Einbindelänge von Bohlträgern wird üblicherweise der aktive Erddruck ΔE_{ah} unterhalb der Baugrubensohle nicht angesetzt. Beim Nachweis des Erdwiderlagers muss er jedoch berücksichtigt werden.

Soll daher vom Programm eine Einbindetiefe errechnet werden, die den Nachweis des Erdwiderlagers erfüllt, ist die o.g. Option zu aktivieren.

• Erdwiderstand

Der Erdwiderstand kann bei Spundwänden mit Beiwerten nach *Caquot/Kerisel* oder *Sokolovsky/Pregl* berechnet werden.

Erdwiderstand eben (Spundwände)

Verfahren mit gekrümmten Gleitflächen bei $\varphi \geq 30^\circ$

- Beiwerte nach Caquot/Kerisel Beiwerte nach Sokolovsky/Pregl

Bei Trägerbohlwänden wirkt aufgrund der fehlenden Ausfachung im Einbindebereich ein räumlicher Erdwiderstand vor den Trägern, der nach *Weißbach/Streck* berechnet wird.

Zudem kann gewählt werden, ob die später von *Weißbach* (Tunnelbau Taschenbuch 1985) vorgeschlagene Korrektur berücksichtigt werden soll.

Gemäß EAB, 4. Aufl., kann der Anpassungsfaktor η_{EP} vorgegeben werden.

Erdwiderstand räumlich (Trägerbohlwände)

Anpassungsfaktor gemäß EB 14 η_{EP} : Korrektur nach Weißbach berücksichtigen

• Erddruckberechnung

Für die Erddruckberechnung können folgende Parameter eingestellt werden

Berechnungsparameter

Ausbreitungswinkel für Blocklasten: ° Strömungsdruck berücksichtigen n. Bent Hansen

Mindesterdruddruckbeiwert vorgeben: -
 gemäß DIN 4085, 6.3.1.5 berechnen mit $\gamma = 1.35$ für GEO2 - Nachweise

- | | |
|---|---|
| <input type="radio"/> Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 0$ | <input type="radio"/> Passiv $\delta = 0$ |
| <input type="radio"/> Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 1/3 \varphi$ | <input type="radio"/> Passiv $\delta = -1/3 \varphi$ |
| <input type="radio"/> Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 1/2 \varphi$ | <input type="radio"/> Passiv $\delta = -1/2 \varphi$ |
| <input checked="" type="radio"/> Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 2/3 \varphi$ | <input type="radio"/> Passiv $\delta = -2/3 \varphi$ |
| <input type="radio"/> Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = \varphi$ | <input checked="" type="radio"/> Passiv $\delta = -\varphi$ |
| | <input type="radio"/> Passiv $\delta = -(\varphi - 2,5)$ für $\varphi \leq 30$, $= -27,5$ für $\varphi > 30$
(üblich für Trägerbohlwände) |

Ausbreitungswinkel für Blocklasten: °

Horizontaler Ausbreitungswinkel einer vierseitig begrenzten Flächenlast.



Strömungsdruck berücksichtigen n. Bent Hansen

Bei unterschiedlichen Wasserständen auf Erd- und Luftseite kann der resultierende Strömungsdruck nach dem Verfahren von *Bent/Hansen* näherungsweise berücksichtigt werden.

Mindesterdruddruckbeiwert vorgeben: -
 gemäß DIN 4085, 6.3.1.5 berechnen mit $\gamma = 1.35$ für GEO2 - Nachweise

Bei kohäsiven Böden kann auf der Erdseite der Mindesterdruddruck maßgebend werden.

Das Programm kann den Mindesterdruddruck entspr. DIN 4085-1987 (Mindesterdruddruckbeiwert $k_{ah} = 0.2$) oder nach DIN 4085 berücksichtigen.

Leider macht DIN 4087 keine Angaben darüber, ob der Mindesterdruddruck auf den charakteristischen oder den Bemessungserdruddruck anzusetzen ist. Daher besteht im Programm die Möglichkeit einen Sicherheitsbeiwert für den Mindesterdruddruck zu berücksichtigen.

Durch Setzen des Vorgabewerts $\gamma = 1.35$ wird der Mindesterddruck bei Nachweisen im GEO2 (GZ1) auf den Bemessungserddruck angewendet.

Der Mindesterddruck wird zudem ausschließlich auf die ständigen Lasten angesetzt.

Der veränderlichen Lasten werden anschließend überlagert.

Der Wandreibungswinkel auf der Erdseite ist abhängig von der Wandbewegung relativ zum Boden.

Folgende Einstellungen sind möglich

- Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 0$
- Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 1/3 \varphi$
- Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 1/2 \varphi$
- Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = 2/3 \varphi$
- Wandreibungswinkel Aktivseite $\delta = \varphi$

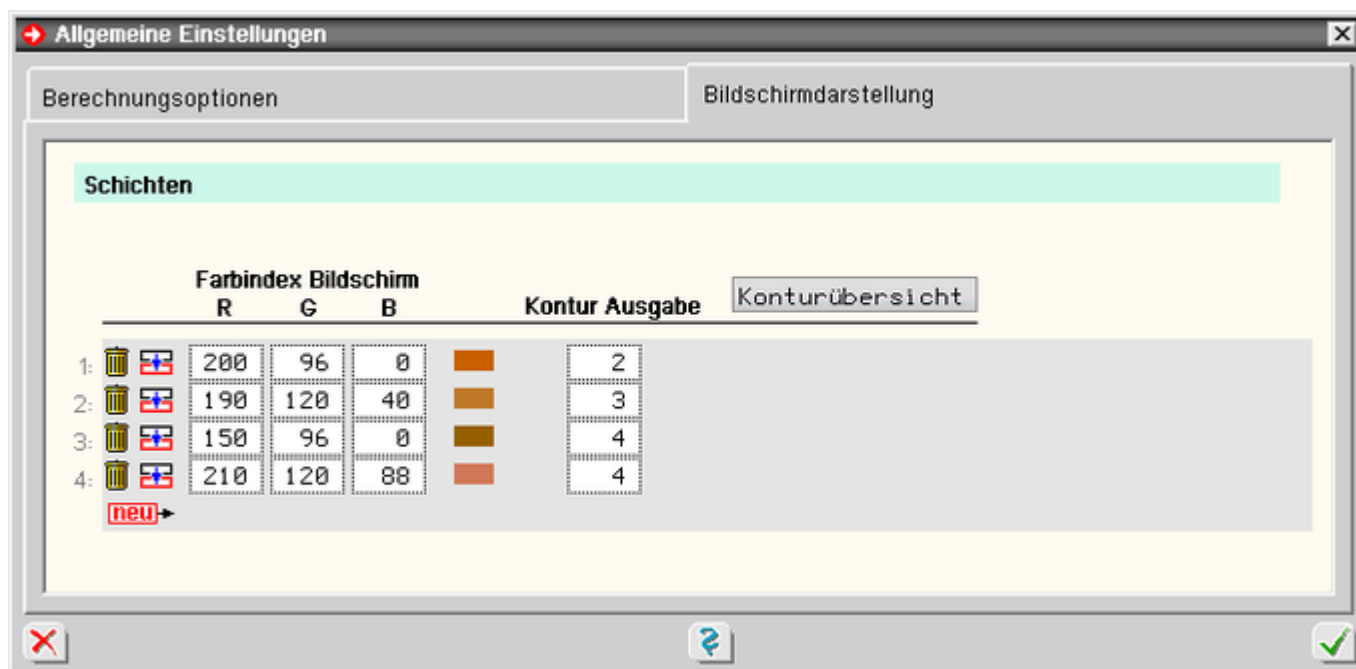
Auf der Passivseite können folgende Wandreibungswinkel gewählt werden

- Passiv $\delta = 0$
- Passiv $\delta = -1/3 \varphi$
- Passiv $\delta = -1/2 \varphi$
- Passiv $\delta = -2/3 \varphi$
- Passiv $\delta = -\varphi$
- Passiv $\delta = -(\varphi - 2,5)$ für $\varphi \leq 30$, $= -27,5$ für $\varphi > 30$
(üblich für Trägerbohlwände)

Die direkte Vorgabe des Wandreibungswinkels übersteuert die in diesem Fenster vorgenommene Einstellung; dies gilt für den aktiven und den passiven Winkel.


Register **Bildschirmdarstellung**

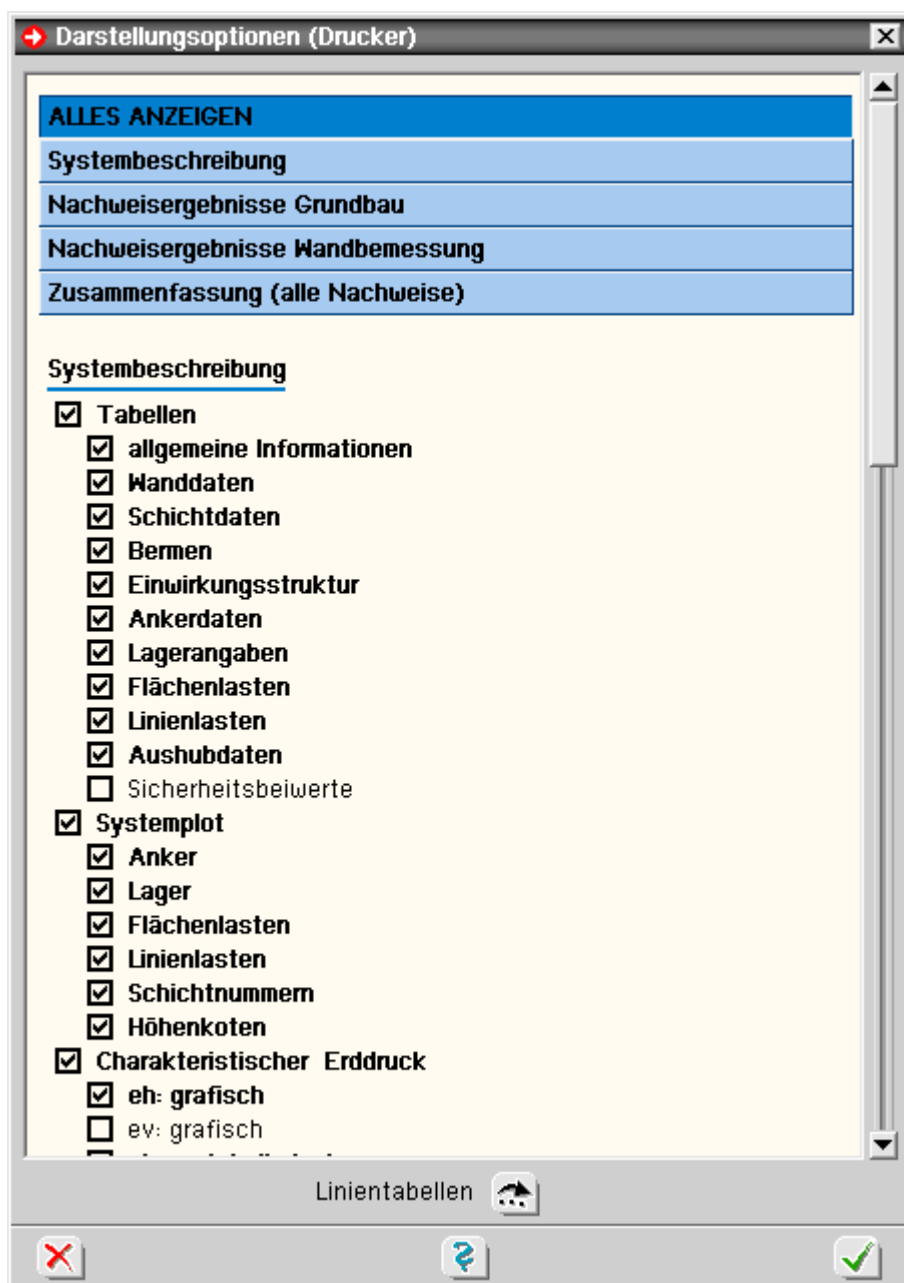
Im zweiten Register werden die Einstellungen zur farblichen Darstellung der Bodenschichten am Bildschirm und in der Druckliste vorgenommen.



Konturübersicht über den nebenstehenden Button wird ein Fenster mit einer Übersicht der Schraffurcodes für die Druckausgabe gezeigt

Drucklistensteuerung

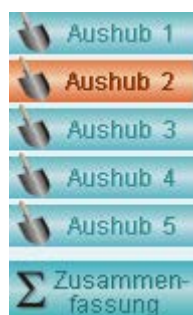
 durch Klicken des nebenstehend dargestellten Buttons wird das Fenster zur Drucklistensteuerung geöffnet. Die Drucklistensteuerung erlaubt, den Umfang der Druckausgabe detailliert zu steuern.



Aushubzustände

Das Programm kann maximal 16 Aushubzustände berechnen.

Jeder Zustand wird dabei wie ein eigenständiges System mit allen gewählten **Nachweisen** berechnet.



Die Auswahl des aktuellen Aushubzustands wird über die Buttonleiste am linken Rand gesteuert.



fügt hinter dem aktuellen Aushubzustand einen neuen Zustand ein. Dabei werden die Daten des aktuellen Zustands kopiert.




löscht den aktuell gewählten Aushubzustand

zeigt eine Übersicht über alle Nachweisergebnisse in allen Aushubzuständen.

Somit kann auf einen Blick überprüft werden, ob alle Nachweise eingehalten wurden.

Parameter für Aushubzustand

 das Fenster zur Eingabe der Parameter, die für den Aushubzustand maßgebend sind, wird über den nebenstehend dargestellten Button geöffnet

➔ Aushub 1
✕

Allgemein

Anker

Lager

Lastfälle

Erddruckumlagerung

Allgemeine Angaben Aushubzustand aktiv




Name:
 z-Ordinate Aushubsohle: m
 Bemessungssituation: BS-P BS-T BS-A BS-E

Grundwasser luftseitig: m
 Grundwasser erdseitig: m

Fußlagerung im Boden

keine Fußlagerung
 Einspannung nach BLUM
 Frei beweglich (gelenkig) Einbindetiefe berechnen
 Frei beweglich (gelenkig) Einbindetiefe vorgeben
 Horizontal fest (auf Fels) Einbindetiefe vorgeben
 Rammtiefenzuschlag = t1
 Rammtiefenzuschlag nach Lackner (EAU 8.2.9)
 Querkraftnullpunkt (Punkt F) vorgeben, bei z = m

Einspanngrad: %
 z-Ordinate Fußpunkt: m
 Schwerpkt. Erdwiderstand x: -

Erddruckansatz für Wandbemessung

Aktiver Erddruck E_a
 Erhöhter aktiver Erddruck $0,75 E_a + 0,25 E_0$
 Erhöhter aktiver Erddruck $0,50 E_a + 0,50 E_0$
 Erhöhter aktiver Erddruck $0,25 E_a + 0,75 E_0$
 Erdruchdruck E_0
 Erhöhter aktiver Erddruck $F \times E_a + (1 - F) \times E_0$
 mit $F =$

Verdichtungserddruck nach DIN 4085:2011-05
 Unnachgiebige Wand
 Nachgiebige Wand
 mit $e_v =$ kN/m²

✕
?
✓

Bild vergrößern 

Das Eingabefenster gliedert sich in fünf Register zur Eingabe von

- allgemeinen Angaben
- Auswahl der wirksamen **Anker**
- ... wirksamen **Lager**
- ... wirksamen Lastfälle
- Angaben zur Erddruckumlagerung

• Registerblatt *Allgemein*

Im Teil **Allgemeine Angaben** werden folgende Parameter eingegeben

Allgemeine Angaben		<input checked="" type="checkbox"/> Aushubzustand aktiv	
Name:	<input type="text" value="A1"/>	Grundwasser luftseitig:	<input type="text" value="8.00"/> m
z-Ordinate Aushubsohle:	<input type="text" value="8.00"/> m	Grundwasser erdseitig:	<input type="text" value="8.00"/> m
Bemessungssituation:	<input type="radio"/> BS-P <input checked="" type="radio"/> BS-T <input type="radio"/> BS-A <input type="radio"/> BS-E		

Aushubzustand aktiv Ist der dargestellte Schalter nicht gesetzt, wird der aktuelle Aushubzustand nicht berechnet.

Jeder Aushubzustand erhält einen Namen, der im entsprechenden Eingabefeld angegeben wird und vor dem Aushubzustand in den **Drucklisten** erscheint.

Die z-Ordinate gibt die Höhe der Aushubsohle an; der Nullpunkt liegt am Wandkopf, die Achse läuft positive nach unten.

Die erd- und luftseitigen Grundwasserstände werden in die entsprechenden Eingabefelder eingetragen. Ist kein Grundwasser vorhanden, wird ein Stand eingegeben, der unter dem Wandfußpunkt liegt.

Die Bemessungssituation gemäß DIN EN 1997 wird entsprechend der Optionsknöpfe gewählt; sie gilt für den gesamten Aushubzustand.

Unterschiedliche Aushubzustände können unterschiedlichen Bemessungssituationen zugeordnet werden.

Im Kapitel **Fußlagerung** werden die notwendigen Angaben zur Fußpunkt konstruktion eingegeben.

Fußlagerung im Boden	
<input type="radio"/> keine Fußlagerung	
<input type="radio"/> Einspannung nach BLUM	
<input checked="" type="radio"/> Frei beweglich (gelenkig) Einbindetiefe berechnen	Einspanngrad: <input type="text" value="0.00"/> %
<input type="radio"/> Frei beweglich (gelenkig) Einbindetiefe vorgeben	z-Ordinate Fußpunkt: <input type="text" value="11.55"/> m
<input type="radio"/> Horizontal fest (auf Fels) Einbindetiefe vorgeben	Schwerpkt. Erdwiderstand x: <input type="text" value="0.60000"/> -
<input type="radio"/> Rammtiefenzuschlag = <input type="text" value="0.200"/> t1	<input type="radio"/>
<input checked="" type="radio"/> Rammtiefenzuschlag nach Lackner (EAU 8.2.9)	<input checked="" type="radio"/>
<input type="checkbox"/> Querkraftnullpunkt (Punkt F) vorgeben, bei z = <input type="text" value="0.00"/> m	<input type="radio"/>

Die Berechnung erfolgt nach DIN EN 1997 im Grenzzustand GEO2.

Alternativ können die folgenden Fußpunktlagerungen gewählt werden.

keine Fußlagerung der Wandfuß ist in horizontaler Richtung nicht gehalten. Es ist nur ein Auflager in vertikaler Richtung am Fuß vorhanden.

Einspannung nach BLUM die Einspannung nach *Blum* entspricht einer vollen Momenteneinspannung der Wand in den Boden. Bei diesem Verfahren wird am statischen Ersatzsystem im Fußpunkt eine Momenteneinspannung eingeführt. Die Einbindetiefe wird iterativ solange variiert, bis das Einspannmoment unter Ansatz des aktiven und passiven Erddrucks zu Null wird. Unverankerte **Wände** müssen zwangsläufig eine Fuß einspannung erhalten, da das System sonst verschieblich wäre.

Frei beweglich (gelenkig) Einbindetiefe berechnen Einspanngrad: % Bei einer frei beweglichen Auflagerung wird am statischen Ersatzsystem in Höhe des Schwerpunkts des Erdwiderstands ein horizontales Auflager eingeführt. Eine Momenteneinspannung des Wandfußes ist somit nicht mehr gegeben. In der Berechnung wird die Wandfußlänge iterativ errechnet, bei der die resultierende Erdwiderstandskraft gleich der Auflagerkraft im Fußlager ist. Über den Einspanngrad kann eine Teileinspannung erzeugt werden. Der Einspanngrad ist definiert durch die Beziehung

$$E = 100 \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{\max}}\right) \quad \text{in \%}$$

ε Endtangentialwinkel
 ε_{\max} ... bei freier Auflagerung

Bei völlig freier Auflagerung (Einspanngrad = 0) ergibt sich die minimal mögliche Wandlänge.

Frei beweglich (gelenkig) Einbindetiefe vorgeben z-Ordinate Fußpunkt: m

Bei dieser Fußlagerung wird genau so wie bei der vorangehenden Variante am statischen Ersatzsystem in Höhe des Schwerpunkts des Erdwiderstands ein horizontales Auflager eingesetzt.

Die Fußpunktordinate wird vom Anwender vorgegeben.

Bei dieser Berechnung wird jedoch nicht überprüft, ob die horizontale Fußauflagerkraft vom Erdwiderstand aufgenommen werden kann.

Es sollte daher in jedem Falle bei dieser Variante der Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers geführt werden.

Horizontal fest (auf Fels) Einbindetiefe vorgeben z-Ordinate Fußpunkt: m

In dem vom Benutzer angegebenen Fußpunkt wird ein unverschiebliches, gelenkiges Auflager angesetzt.




Bei den Varianten mit freier Auflagerung kann die Stelle, an der das horizontale Fußlager angreift, gesetzt werden.

Bei der ersten Option wird die Auflagerkraft im Schwerpunkt des Erdwiderstandsdreiecks angesetzt (Drittelpunkt).

Bei der zweiten Option liegt das Auflager im Schwerpunkt einer Parabel (2/5).

Bei der dritten Option kann die Lage frei gewählt werden.

Schwerpkt. Erdwiderstand x: -

-  2/3
1/3
-  3/5
2/5
-  x
1-x

Der Rammtiefenzuschlag kann proportional zur Einbindetiefe t_1 (üblicherweise 0.2) oder nach *Lackner* entspr. EAU 8.2.9 gewählt werden.

Rammtiefenzuschlag = t_1
 Rammtiefenzuschlag nach Lackner (EAU 8.2.9)

Querkraftnullpunkt (Punkt F) vorgeben, bei z = m

Beim **Nachweis** in der tiefen Gleitfuge wird zur Ermittlung des Punkts F der Querkraftnullpunkt gesucht.

Der Querkraftnullpunkt kann automatisch vom Programm ermittelt oder vom Anwender fest vorgegeben werden.

Wird der Punkt vom Programm ermittelt, ist die Lage aufgrund der Teilsicherheitsbeiwerte abhängig von der jeweiligen Lastkombination.

Kapitel **Erddruckansatz**

Erddruckansatz für Wandbemessung

- Aktiver Erddruck E_a
- Erhöhter aktiver Erddruck $0,75 E_a + 0,25 E_0$
- Erhöhter aktiver Erddruck $0,50 E_a + 0,50 E_0$
- Erhöhter aktiver Erddruck $0,25 E_a + 0,75 E_0$
- Erdruhedruck E_0
- Erhöhter aktiver Erddruck $F \times E_a + (1 - F) \times E_0$
mit F =
- Verdichtungserddruck nach DIN 4085:2011-05
- Unnachgiebige Wand
- Nachgiebige Wand
mit $e_v =$ KN/m²

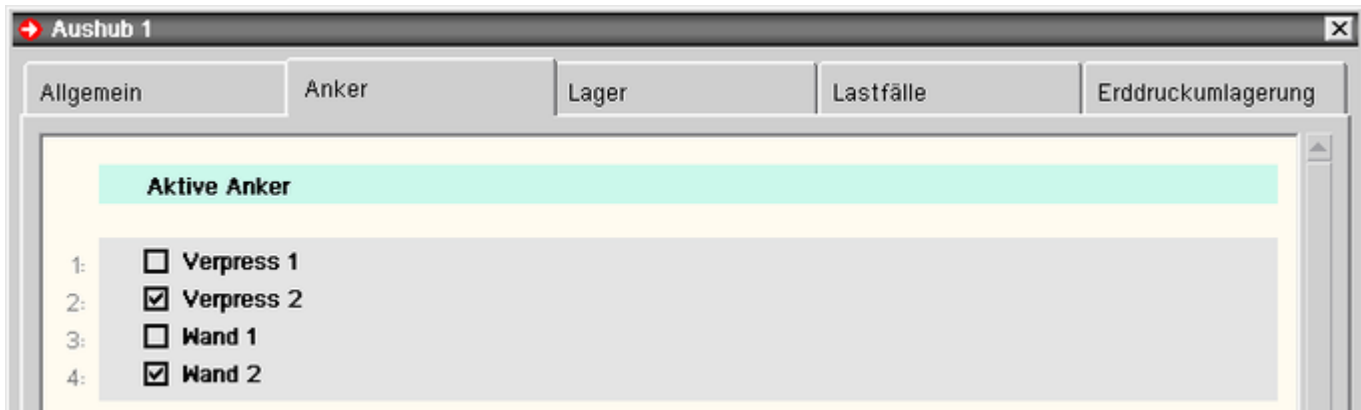
Üblicherweise wird bei Spund- oder Trägerbohlwänden erdseitig aktiver Erddruck angesetzt.

Optional kann jedoch auch ein erhöhter aktiver oder gar Erdruhedruck angesetzt werden.

Daneben kann auch ein Verdichtungserddruck gemäß DIN 4085 gewählt werden.

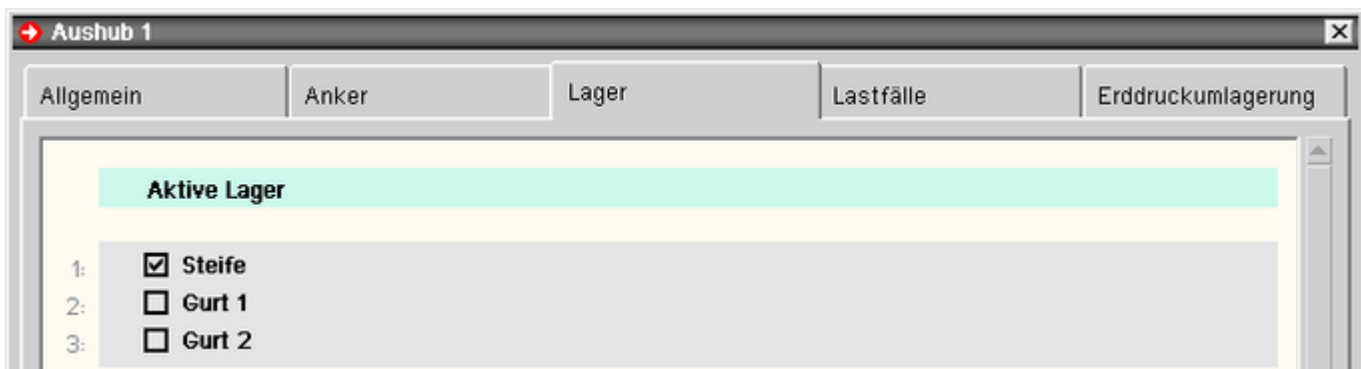
• Registerblatt Anker

Hier werden alle Anker angeboten, die unter dem Programmpunkt **Ankereingabe** eingegeben wurden. Die Anker, die im aktuellen Aushubzustand aktiv sein sollen, müssen markiert werden.



• Registerblatt Lager

Hier werden alle Lager angeboten, die unter dem Programmpunkt **Lagereingabe** eingegeben wurden. Die Lager, die im aktuellen Aushubzustand aktiv sein sollen, müssen markiert werden.

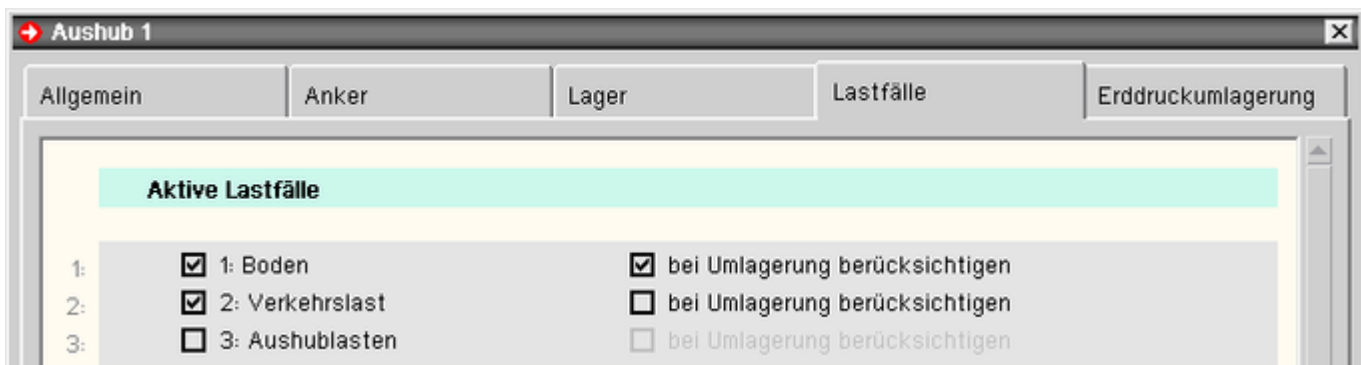


• Registerblatt Lastfälle

Hier werden alle Lastfälle angeboten, die unter dem Programmpunkt *Einwirkungen und Lastfälle* eingerichtet wurden.

Die Lastfälle, die im aktuellen Aushubzustand aktiv sein sollen, müssen markiert werden.

Zusätzlich kann angegeben werden, welche Lastfälle bei einer eventuellen Umlagerung berücksichtigt werden sollen.



• Registerblatt Erddruckumlagerung

- Erddruckumlagerung aktiv** zur Umlagerung der erdseitigen Erddrücke stehen verschiedene Optionen zur Verfügung.

Die Umlagerung kann mit Hilfe des dargestellten Optionsknopfs aktiviert oder deaktiviert werden.

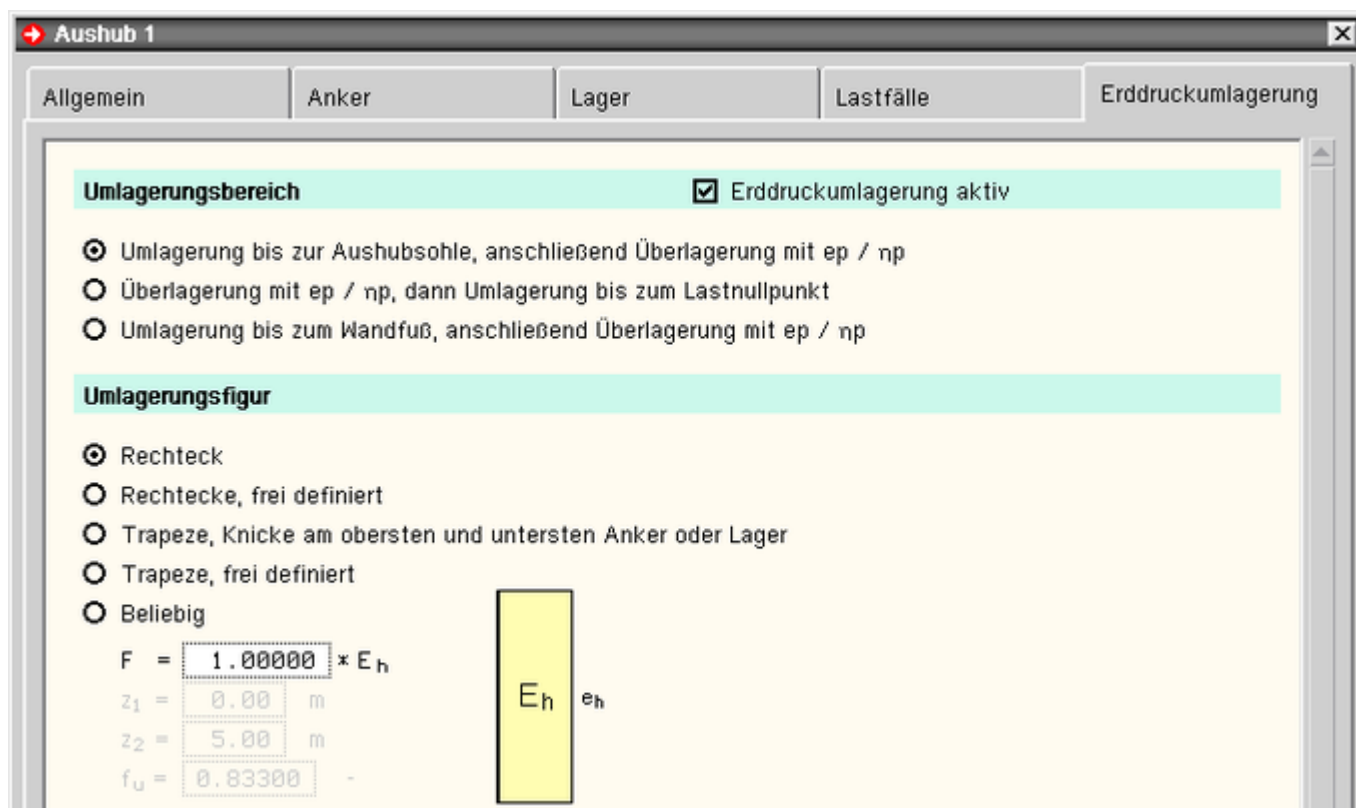
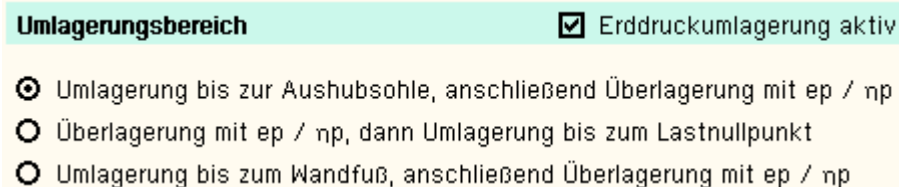
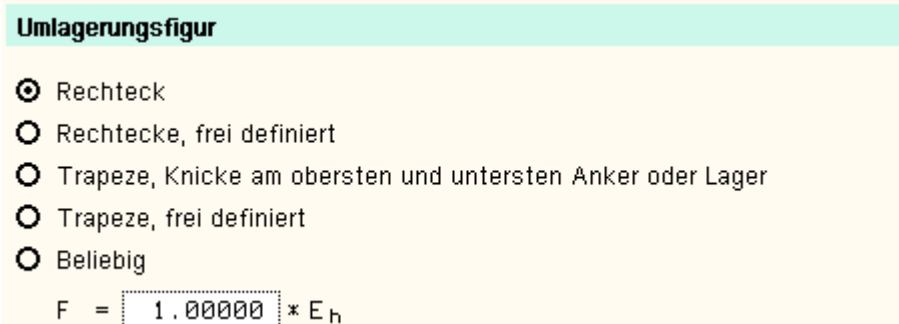


Bild vergrößern

Der Umlagerungsbereich wird entsprechend der folgenden Optionen festgelegt.



Als Umlagerungsfiguren stehen fünf Varianten bereit, die über die entsprechenden Optionsbuttons gewählt werden.



Alle Umlagerungen sind *flächengleich*, d.h. die resultierende Kraft ist konstant.

Über den Faktor F kann die resultierende Kraft jedoch vergrößert oder verkleinert werden.

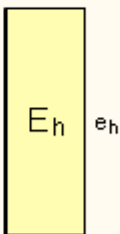
Die folgenden Umlagerungsfiguren sind möglich.

Rechteck

Bei der Rechteckumlagerung wird der resultierende Erddruck E_h in ein Rechteck umgelagert.

Rechteck
 Rechtecke, frei definiert
 Trapeze, Knicke am obersten und untersten Anker oder Lager
 Trapeze, frei definiert
 Beliebig

$F = 1.00000 \times E_h$
 $z_1 = 0.00 \text{ m}$
 $z_2 = 5.00 \text{ m}$
 $f_u = 0.83300 -$



Rechtecke, frei definiert

Der resultierende Erddruck E_h wird in drei Rechteckblöcke gewandelt.

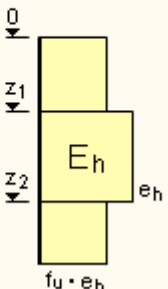
Die Ordinaten z_1 und z_2 der Rechteckblöcke werden vom Anwender vorgegeben.

Über den Faktor f_u wird das Verhältnis des Erddrucks des unteren Erddruckblocks zum mittleren Erddruckblock vorgegeben.

Der Erddruck des oberen Blocks ergibt sich aus der Bedingung, dass die Resultierende konstant ist.

Rechteck
 Rechtecke, frei definiert
 Trapeze, Knicke am obersten und untersten Anker oder Lager
 Trapeze, frei definiert
 Beliebig

$F = 1.00000 \times E_h$
 $z_1 = 1.00 \text{ m}$
 $z_2 = 2.00 \text{ m}$
 $f_u = 0.83300 -$



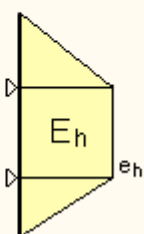
Trapeze, Knicke am obersten und untersten Anker oder Lager

Diese Option wird nur aktiv, wenn mindestens zwei Anker oder Lager im gewählten Aushubzustand aktiv sind.

Das Programm sucht automatisch das oberste und unterste Anker/Lager und wandelt den Erddruck in ein flächengleiches Trapez, bei dem die oberste und unterste Erddruckordinate = 0 ist.

Rechteck
 Rechtecke, frei definiert
 Trapeze, Knicke am obersten und untersten Anker oder Lager
 Trapeze, frei definiert
 Beliebig

$F = 1.00000 \times E_h$
 $z_1 = 1.00 \text{ m}$
 $z_2 = 2.00 \text{ m}$
 $f_u = 0.83300 -$



Trapeze, frei definiert

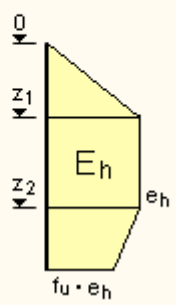
Die Umwandlung erfolgt in ein Trapez, bei dem die z-Ordinaten der Stützstellen vom Anwender vorgegeben werden.

Die oberste Erddruckordinate ist = 0.

Das Verhältnis der mittleren Erddruckordinaten zur untersten wird über den Faktor f_u vorgegeben.

- Rechteck
- Rechtecke, frei definiert
- Trapeze, Knicke am obersten und untersten Anker oder Lager
- Trapeze, frei definiert
- Beliebig

$F = 1.00000 \times E_h$
 $z_1 = 1.00 \text{ m}$
 $z_2 = 2.00 \text{ m}$
 $f_u = 0.50000$

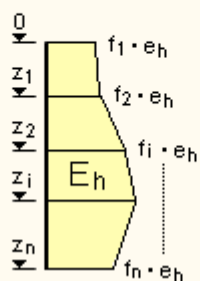


beliebig

Bei dieser Figur wird mittels der Wertepaare (zi/fi) ein Polygonzug definiert, dem die Erddruckfigur entspricht. Über diese Option ist die Abbildung beliebiger Umlagerungen möglich.

- Rechteck
- Rechtecke, frei definiert
- Trapeze, Knicke am obersten und untersten Anker oder Lager
- Trapeze, frei definiert
- Beliebig

$F = 1.00000 \times E_h$
 $z_1 = 1.00 \text{ m}$
 $z_2 = 2.00 \text{ m}$
 $f_u = 0.50000$



	z_i	f_i
1:	0.00	0.8500
2:	9.00	1.1500
3:	12.00	1.0000

Bodenparameter



das Fenster zur Eingabe der Bodenschichten wird über den nebenstehenden Button gestartet

Beschreibung der Bodenparameter

Lastfall für Boden- und Wandeigengewicht: Boden

Lastfall für Wasserdruck: Wasser

löschen duplizieren neu → neue Zeile Menü

	Name	bis z m	h m	ϕ °	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	C kN/m ²	δ_a	Aktivseite K _{ah}	K _{oh}	Passivseite δ_p	K _{ph}
1:	Sand	2.00	2.00	30.00	18.00	10.00	0.00	autom.	autom.	autom.	autom.	autom.
2:	Schluff	5.50	3.50	25.00	19.00	9.00	5.00	autom.	autom.	autom.	autom.	autom.
3:	Kiessand	99.00	93.50	32.50	19.00	11.00	0.00	autom.	autom.	autom.	autom.	autom.

neu →

Bild vergrößern

Die auf die Wand wirkenden Lasten, die aus Bodeneigengewicht oder aus Wasserdruck resultieren, müssen einem der zuvor angelegten Lastfälle zugeordnet werden.

Die Zuordnung erfolgt über die beiden Listboxen

oberhalb der Tabelle.

Lastfall für Boden- und Wandeigengewicht:

Boden

Lastfall für Wasserdruck:

Wasser

Durch einen Klick in die Listboxen werden die zur Verfügung stehenden Lastfälle angeboten, die zuvor in der Einwirkungsdefinition angelegt worden sein müssen.

Da Lasten aus Bodeneigengewicht und Wasserdruck vom Typ *ständig* sind, werden auch nur Lastfälle dieses Typs angeboten.

Boden

Boden

Wasser

Die Eingabe der Parameter zur Berechnung der passiven Erddrücke werden durch Verschieben des horizontalen Scrollbalkens sichtbar.

Die Tabelle enthält folgende Eingabefelder

Name	<input type="text" value="Sand"/>	der Name zur Identifizierung der Schicht darf 10 Zeichen enthalten
z	<input type="text" value="3.00"/>	untere z-Koordinate der Bodenschicht in m. Der Nullpunkt liegt auf dem Wandkopf, die positive Koordinate zeigt nach unten. Durch einen Klick auf den <input type="checkbox"/> -Button wird das Eingabefeld inaktiv und stattdessen das h-Eingabefeld aktiviert. So kann alternativ die Schichtdicke eingegeben werden; die untere z-Koordinate wird vom Programm errechnet.
h	<input type="text" value="5.00"/>	Dicke der Bodenschicht in m. Durch einen Klick auf den <input type="checkbox"/> -Button wird das Eingabefeld inaktiv und stattdessen das z-Eingabefeld aktiviert. So kann alternativ die untere z-Koordinate eingegeben werden, die Schichtdicke wird vom Programm errechnet.
φ	<input type="text" value="32.50"/>	Rechenwert des inneren Reibungswinkels der Bodenschicht in Grad
γ	<input type="text" value="19.00"/>	Wichte der Bodenschicht in kN/m^3
γ'	<input type="text" value="8.00"/>	Wichte der Bodenschicht unter Auftrieb in kN/m^3
c	<input type="text" value="10.00"/>	Rechenwert der Kohäsion der Bodenschicht in kN/m^2
δ_a	<input type="checkbox" value="autom."/> <input type="text" value="20.00"/>	Wandreibungswinkel auf der Aktivseite Durch einen Klick auf den <input type="checkbox"/> -Button wird das Eingabefeld freigegeben und es kann ein Wert gewählt werden. Ein Klick auf den <input checked="" type="checkbox"/> -Button stellt das Feld in den Automatikmodus. Der Wandreibungswinkel wird nun vom Programm automatisch zu $2/3 \cdot \varphi$ berechnet.
K _{ah}	<input type="checkbox" value="autom."/> <input type="text" value="0.300"/>	Horizontaler Erddruckbeiwert der Bodenschicht auf der Aktivseite Durch einen Klick auf den <input type="checkbox"/> -Button wird das Eingabefeld freigegeben und es kann ein Wert gewählt werden. Ein Klick auf den <input checked="" type="checkbox"/> -Button stellt das Feld in den Automatikmodus. Der Erddruckbeiwert wird nun vom Programm berechnet.
K _{ch}	<input type="checkbox" value="autom."/> <input type="text" value="1.200"/>	Horizontaler Beiwert für den Kohäsionsanteil der Bodenschicht auf der Aktivseite Durch einen Klick auf den <input type="checkbox"/> -Button wird das Eingabefeld freigegeben und es kann ein Wert gewählt werden. Ein Klick auf den <input checked="" type="checkbox"/> -Button stellt das Feld in den Automatikmodus. Der Beiwert wird nun vom Programm berechnet.
δ_p	<input type="checkbox" value="autom."/> <input type="text" value="-20.0"/>	Wandreibungswinkel auf der Passivseite Durch einen Klick auf den <input type="checkbox"/> -Button wird das Eingabefeld freigegeben und es kann ein Wert gewählt werden. Ein Klick auf den <input checked="" type="checkbox"/> -Button stellt das Feld in den Automatikmodus. Der Wandreibungswinkel wird nun vom Programm automatisch zu $-2/3 \cdot \varphi$ berechnet.
K _{ph}	<input type="checkbox" value="autom."/> <input type="text" value="3.300"/>	Horizontaler Erddruckbeiwert der Bodenschicht auf der Passivseite Durch einen Klick auf den <input type="checkbox"/> -Button wird das Eingabefeld freigegeben und es kann ein Wert gewählt werden. Ein Klick auf den <input checked="" type="checkbox"/> -Button stellt das Feld in den Automatikmodus. Der Erddruckbeiwert wird nun vom Programm berechnet.

Die folgenden Parameter werden nur bei Berechnung des Widerstands gegen Versinken bei Trägerbohlwänden mit Fußverbreiterung benötigt.

Boden nicht bindig nicht bindig
 bindig
 felsig

der Bodentyp legt fest, welcher von drei Parametern zur Berechnung des axialen Pfahlwiderstands in der nachfolgenden Spalte einzugeben ist

c_{uk} q_{uk} q_c
 kN/m²

für bindige Böden ist die undrained Scherfestigkeit c_{uk} , für nicht bindige Böden der mittlere Spitzenwiderstand der Drucksonde q_c und bei felsigem Boden die einaxiale Druckfestigkeit q_{uk} erforderlich

Bermen und Böschungen



zur Beschreibung einer gebrochenen Geländeoberfläche können Bermen oder Böschungen definiert werden.

Der Aufruf des zugehörigen Eingabefensters erfolgt über den nebenstehenden Button.

Beschreibung der Bermen

Berme	y	l	h	γ
	m	m	m	kN/m ³
1:	0.50	1.00	1.00	19.00
2:	1.20	1.50	3.00	19.00
neu →				

Geländeabschluss

β

γβ m

γβ kN/m³

Im Normalfall können Böschungen nicht steiler als der Winkel der inneren Reibung ϕ sein.

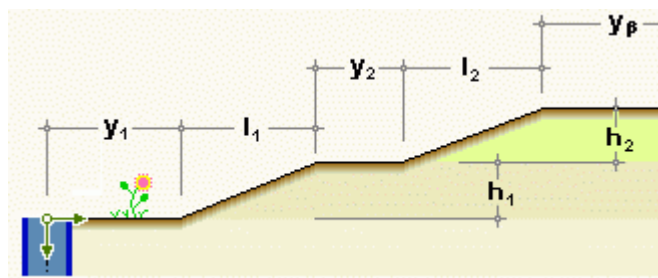
Das Programm erlaubt trotzdem die Eingabe steilerer Winkel, da die Böschung auch befestigt sein kann.

In diesem Falle erfolgt die Berechnung gemäß *Spundwandhandbuch, Hoesch Spundwand und Profil*.

Im Eingabefenster können maximal zehn Bermen eingegeben werden.

Die Tabelle enthält folgende Eingabefelder

- y horizontaler Abstand von der Innenseite des Wandkopfs oder der vorhergehenden Böschung in m
- l Länge der Berme in m
- h Höhe der Berme in m
- γ Wichte der Bodenschicht in kN/m³



Zusätzlich kann eine konstante Neigung am Ende des Geländes vorgegeben werden.

Die Parameter haben folgende Bedeutungen

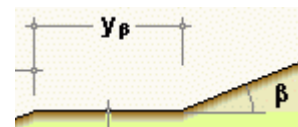
Geländeabschluss

β	0	
Y_{β}	0.00	m
γ_{β}	19.00	kN/m ³

konstante Neigung am Ende des Geländes in Grad

Fuß der Neigung, gemessen vom Wandkopf oder dem Ende der letzten Berme in m

Wichte der Bodenschicht in kN/m³



Wandparameter

das Fenster zur Eingabe der Wandparameter wird über den nebenstehend dargestellten Button geöffnet

Über die Optionsbuttons im oberen Bereich des Eigenschaftsblatts wird gewählt, ob eine **Spund-** oder eine **Trägerbohlwand** vorliegt.

➔ **WANDPARAMETER**
✕

Spundwand
 Trägerbohlwand

Profil: freies Profil

Statische Werte je lfd. m			Statische Werte Einzelbohle		
A:	<input type="text" value="222.00"/>	cm ² /m	A:	<input type="text" value="111.00"/>	cm ²
I _y :	<input type="text" value="52500.00"/>	cm ⁴ /m	W _y :	<input type="text" value="547.00"/>	cm ⁴
I _z :	<input type="text" value="0.00"/>	cm ⁴ /m	A _{Querkraft} :	<input type="text" value="38.88"/>	cm ²
W _y :	<input type="text" value="2500.00"/>	cm ³ /m	Breite:	<input type="text" value="500.0"/>	mm
W _z :	<input type="text" value="0.00"/>	cm ³ /m	d _{Steg} :	<input type="text" value="10.0"/>	mm
A _{Querkraft} :	<input type="text" value="77.76"/>	cm ² /m	d _{Flansch} :	<input type="text" value="15.6"/>	mm
Höhe:	<input type="text" value="420.0"/>	mm			
Gewicht:	<input type="text" value="175.00"/>	kg/m ²			

Schloss

Achse
 oben/unten

✕
?
✔

Die gebräuchlichen Spund- und Trägerprofile sind in einer Datenbank gespeichert.

Die Auswahl erfolgt sowohl bei Spund- als auch bei Trägerbohlwänden über die Listbox *Profil*.

Zur Information werden die wichtigsten statischen Werte des gewählten Profils angezeigt.

- Larssen 603 ▲
- Larssen 22
- Larssen 23
- Larssen 24
- Larssen 24/12
- Larssen 25
- Larssen 43
- Larssen 430
- Larssen 600
- Larssen 600 K
- Larssen 601
- Larssen 602
- Larssen 603 10/10
- Larssen 603
- Larssen 603 K
- Larssen 604
- Larssen 605
- Larssen 605 K
- Larssen 606
- Larssen 606 n
- Larssen 607
- Larssen 607 n
- Larssen 703 10/10
- Larssen 703
- Larssen 703 K

Statische Werte je lfd. m			Statische Werte Einzelbohle		
A:	299.00	cm ² /m	A:	106.00	cm ²
I _y :	241800.00	cm ⁴ /m	W _y :	483.00	cm ⁴
I _z :	0.00	cm ⁴ /m	A _{Querkraft} :	47.52	cm ²
W _y :	6450.00	cm ³ /m	Breite:	708.0	mm
W _z :	0.00	cm ³ /m	d _{Steg} :	12.0	mm
A _{Querkraft} :	95.04	cm ² /m	d _{Flansch} :	12.0	mm
Höhe:	750.0	mm			
Gewicht:	235.00	kg/m ²			

Ist ein Profil in der Datenbank nicht vorhanden, kann es als freies Profil eingegeben werden.

freies Profil

Nach Aktivieren der Option werden die Eingabefelder freigegeben und die Profildaten können eingegeben werden.

Bei Trägerbohlwänden müssen zusätzlich zur Auswahl des Trägerprofils Angaben über den Achsabstand der Träger und die Breite des Fußes gemacht werden.

Fußbreite: mm

Achsabstand: m

Üblicherweise entspricht die Fußbreite der Trägerbreite; bei einbetonierten Trägern kann die Breite jedoch durchaus größer sein.

Anker



das Fenster zur Eingabe von Anker wird über den nebenstehenden Button geöffnet

Beschreibung der Anker

Wandreibungswinkel auf Ankerersatzwände

$\delta_{\text{Anker}} = 0.00 \varphi$

Zelle löschen
Zelle duplizieren
neue Zeile anhängen

Bezeichnung	Typ	z m	α °	l_k m	l_r m	Federst. kN/m	hor. Abst. m	Breite m	Höhe m
W1	durchgängige Ankerwand	0.50	0.00	8.00	-	∞	2.00	-	1.00
W2	unterbrochene Ankerwand	0.50	0.00	8.00	-	∞	2.00	1.00	1.00
A1	Verpressanker	3.00	10.00	6.00	4.00	∞	2.00	-	-

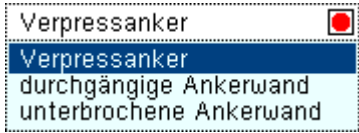

neu →

Bild vergrößern 

Die Eingabe erfolgt in Tabellenform. In diese Tabelle sollten alle Anker eingetragen werden, unabhängig in welchem Aushubzustand sie eingebaut werden.

Die Zuordnung, welcher Anker in welchem Aushubzustand einzubauen ist, erfolgt in der Eingabe der Daten zum **Aushubzustand**.

Die Ankertabelle enthält folgende Eingabespalten

Bezeichnung	<input type="text" value="W1"/>	jede Wand erhält einen Namen, der in der Druckliste erscheint
Wandtyp		Über die Listbox wird der Typ der Wand gewählt. Zur Auswahl stehen <i>Verpressanker</i> , <i>durchgängige Ankerwand</i> oder <i>unterbrochene Ankerwand</i> .
		
z	<input type="text" value="1.00"/>	z-Ordinate in m vom Wandkopf aus gemessen, in der der Anker an der Wand eingebaut wird
α	<input type="text" value="10.00"/>	Winkel gegen die Horizontale, unter dem der Anker eingebaut wird
l_k	<input type="text" value="6.00"/>	freie Länge des Ankers in m bis zum Beginn des Verpresskörpers oder der Ankerwand
l_r	<input type="text" value="4.00"/>	Länge des Verpresskörpers in m (nur bei Verpressankern)
Federst.	<input type="text" value="∞"/>	In der Grundeinstellung wirkt der Anker wie ein festes Lager in Ankerlängsrichtung. Soll eine Nachgiebigkeit des Ankers berücksichtigt werden, kann eine Federsteifigkeit definiert werden. Ein Klick auf den  -Button gibt das Eingabefeld frei und es kann eine Federsteifigkeit in kN/m eingegeben werden. Die Wirkungsrichtung der Feder liegt genau in Ankerlängsrichtung.
hor. Abst.	<input type="text" value="2.00"/>	horizontaler Abstand der Anker an der Wand in m
Breite	<input type="text" value="1.00"/>	Breite der Ankertafel in m (nur bei durchbrochener Ankerwand)
Höhe	<input type="text" value="1.00"/>	Höhe der Ankertafel in m (Ankerwänden)

Lager



das Fenster zur Eingabe von Lagern wird über den nebenstehend dargestellten Button geöffnet

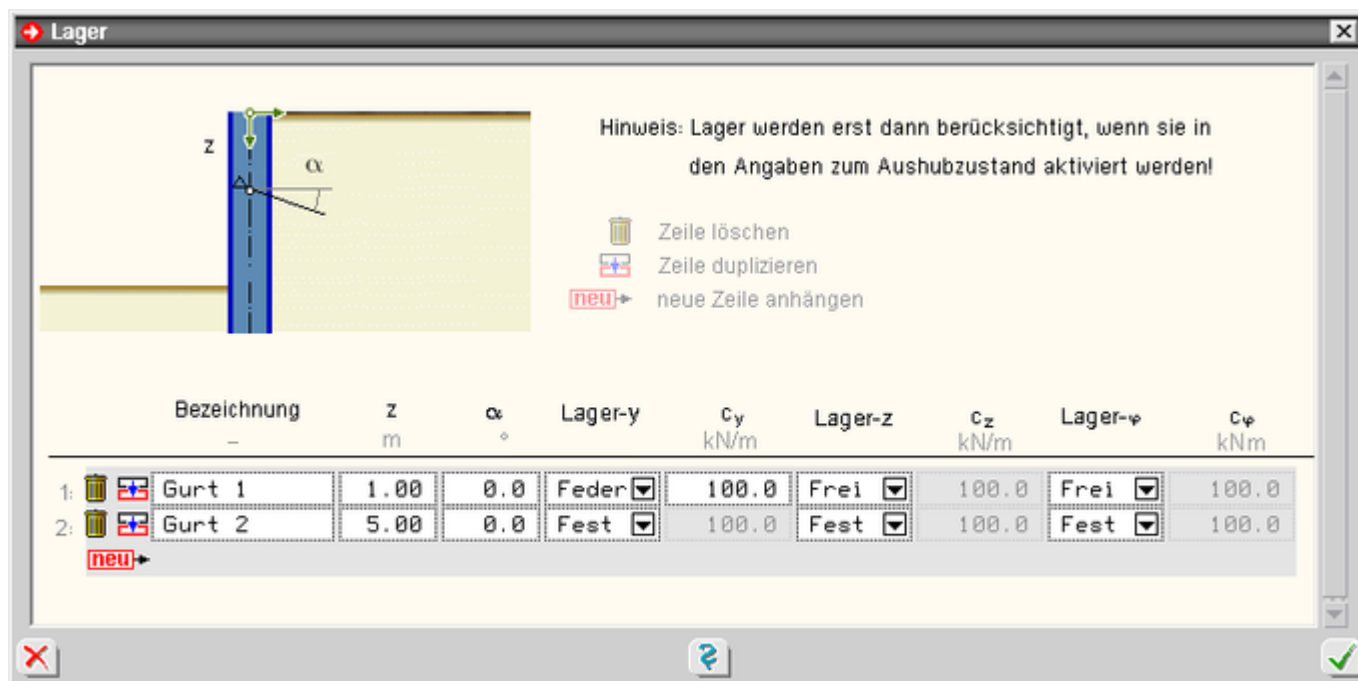


Bild vergrößern

Die Eingabe der Lager erfolgt in Tabellenform.

In diese Tabelle sollten alle Lager eingetragen werden, unabhängig in welchem Aushubzustand sie eingebaut werden.

Die Zuordnung, welches Lager in welchem **Aushubzustand** einzubauen ist, erfolgt in der Eingabe der Daten zum Aushubzustand.

Die Lagertabelle enthält folgende Eingabespalten

- Bezeichnung jede Wand erhält einen Namen, der in der Druckliste erscheint
- z z-Ordinate in m - vom Wandkopf aus gemessen - in der das Lager an der Wand eingebaut wird
- alpha Winkel gegen die Horizontale unter dem das Lager eingebaut wird

- Lager in y- Richtung die Freiheitsgrade in y-, z- und phi-Richtung (Drehrichtung) können frei (verschieblich), fest oder als Feder definiert werden. Über die Listbox wird die entsprechende Einstellung vorgenommen. Bei der Einstellung *Feder* wird das entsprechende Eingabefeld zur Eingabe der Federsteifigkeit freigegeben.

Die Einstellung der Lager in z- und phi-Richtung (Drehrichtung) erfolgt analog zur y-Richtung.

Flächenlasten

- Das Eingabefenster zu den Flächenlasten wird über den nebenstehend dargestellten Button geöffnet. Das Fenster enthält zwei Registerblätter zur Auswahl der Lastbilder für Flächen- und **Linienlasten**. Das erste Registerblatt enthält die Eingabe der Flächenlasten.

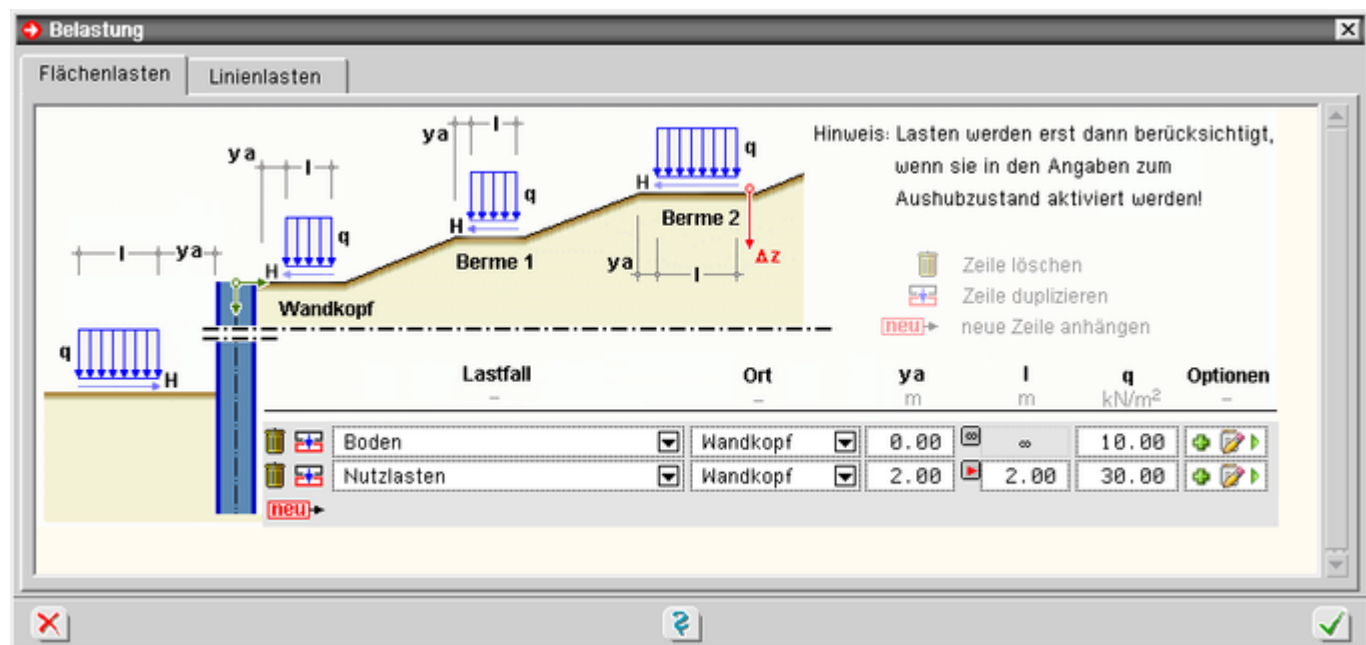


Bild vergrößern

In diesem Fenster können maximal fünf Flächenlasten eingegeben werden. Die Flächenlasten können eine Horizontalkomponente enthalten.

Die Eingabetabelle enthält folgende Eingabefelder

Lastfall das Lastbild wird dem Lastfall zugeordnet und erhält seinen Lastfalltyp (*ständig* oder *veränderlich*).

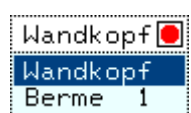
Jeder Lastfall kann beliebig viele Lastbilder enthalten.

Ein Klick in die Listbox öffnet eine Auswahlliste aller zuvor in der Einwirkungsdefinition angelegten Lastfälle.

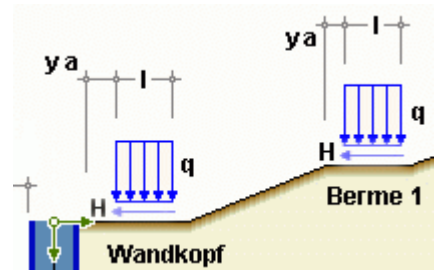
Lastbilder, die gemeinsam wirken, sollten dem gleichen Lastfall zugeordnet werden.



Ort sind Bermen auf dem erdseitigen Gelände vorhanden, kann über die Listbox angegeben werden, wo die Flächenlasten, gemessen vom Wandkopf oder vom Fußpunkt der jeweiligen Berme, angreifen.



ya horizontaler Abstand der Last vom gewählten Ort (Wandkopf oder Berme) in m



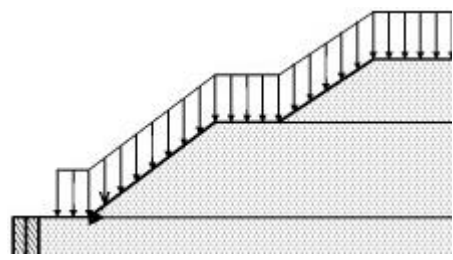
l Länge der Last in m



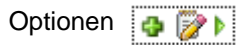
Ist die gewählte Tiefe $z = 0$ (Einstellung erreichbar über die Zusatzoptionen), schmiegt sich die Last an die Geländeoberkante an; d.h. die Last setzt sich u.U. auch auf den Böschungen fort.



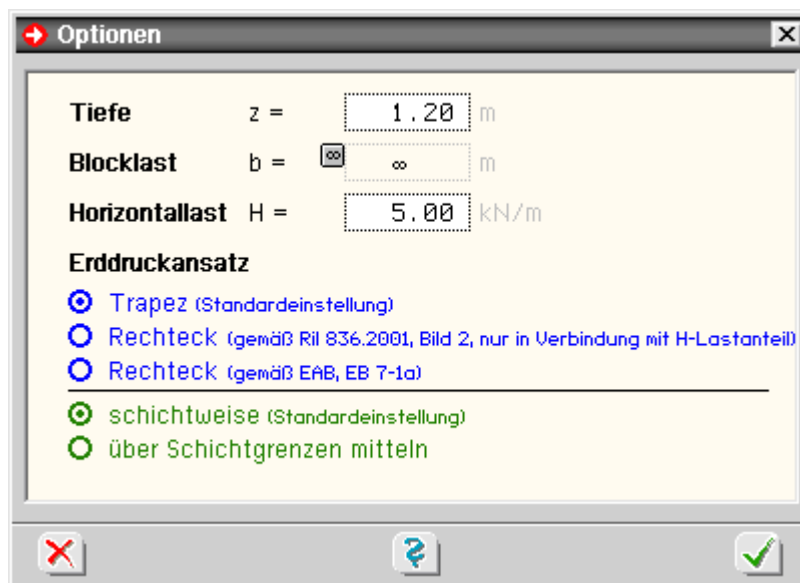
soll die Last unendlich ausgedehnt sein, ist der -Button anzuklicken und im Eingabefeld erscheint das Unendlichsymbol



q Größe der Last in kN/m²



Schalter zum Aufruf des Fensters mit den Zusatzoptionen



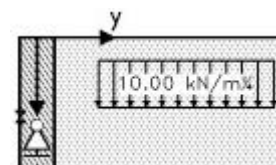
Die nachfolgenden Einstellungen sind über das Optionsfenster erreichbar.

Tiefe z

Ist die gewählte z-Ordinate = 0, liegt die Last auf Geländeoberkante.

Wird eine Tiefe z > 0 (in m) eingegeben, liegt der Angriffspunkt der Last unter der Geländeoberkante.

Auf diese Weise lassen sich z.B. Fundamentlasten angrenzender Bebauung berücksichtigen.



Blocklast b

horizontale Ausdehnung der Last in der Draufsicht in m. Standardmäßig ist eine unendliche Ausdehnung voreingestellt.

hat die Last eine endliche Breite, wird das Eingabefeld durch einen Klick auf den - Button freigegeben.

Ein Klick auf den - Button schaltet zurück in den "Unendlichmodus".

Hor.-Last H

jede Flächenlast kann eine Horizontalkomponente H in kN/m enthalten, die in Wandrichtung gerichtet ist

Über die nebenstehende Option können Lastbilder entspr. Ril 836, Bild 2, oder gemäß EAB, EB 7-1a), erzeugt werden.

- Trapez (Standardeinstellung)
- Rechteck (gemäß Ril 836.2001, Bild 2, nur in Verbindung mit H-Lastanteil)
- Rechteck (gemäß EAB, EB 7-1a)

Lastbilder entspr. Ril 836 müssen einen H-Lastanteil, z.B. aus Fliehkräften oder Seitenstoß enthalten.

Bei Aktivierung der Option **über Schichtgrenzen mitteln** werden die Erddrucksprünge an Schichtgrenzen "verschmiert" (flächengleiche Umwandlung).

- schichtweise (Standardeinstellung)
- über Schichtgrenzen mitteln

Linienlasten



das Eingabefenster für die Linienlasten wird über den nebenstehend dargestellten Button gestartet

Das Fenster enthält zwei Registerblätter zur Auswahl der **Flächen-** und Linienlasteingabe.

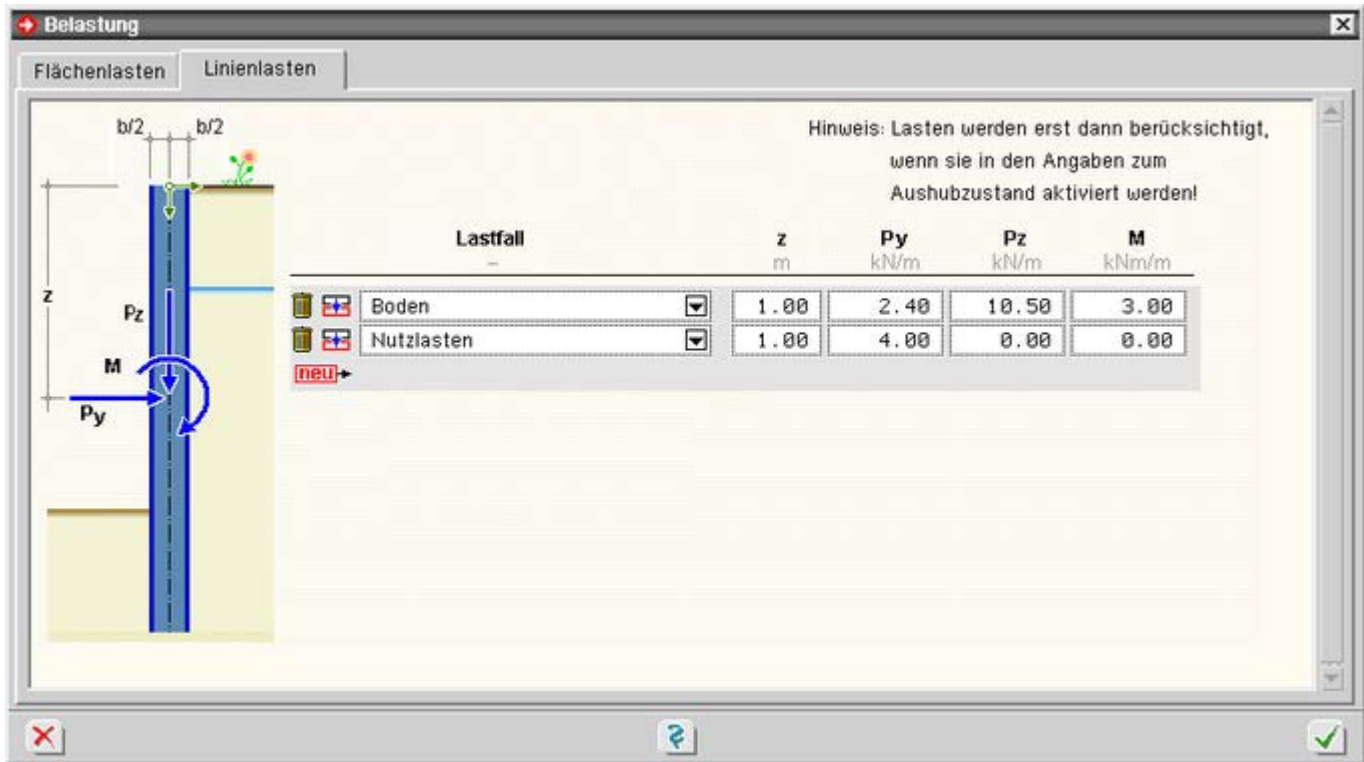


Bild vergrößern

In diesem Fenster können Linienlasten eingegeben werden, die direkt an der Wand angreifen.

Zur Verfügung stehen Lasten in y- und z-Richtung und Momente.

Die Tabelle enthält folgende Eingabespalten

Lastfall ein Klick in die Listbox öffnet eine Auswahlliste aller zuvor in der Einwirkungsdefinition angelegten Lastfälle.

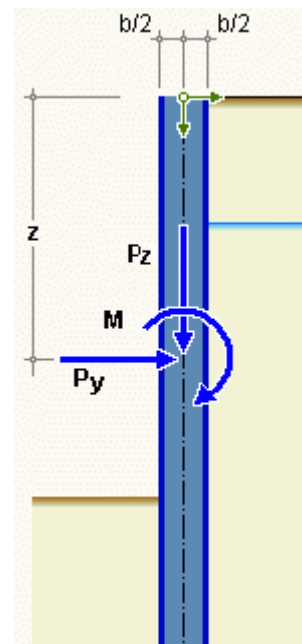
Das Lastbild wird dem gewählten Lastfall zugeordnet und erhält implizit auch seinen Lastfalltyp (*ständig* oder *veränderlich*).

Jeder Lastfall kann beliebig viele Lastbilder enthalten.

Lastbilder, die gemeinsam wirken, sollten dem gleichen Lastfall zugeordnet werden.



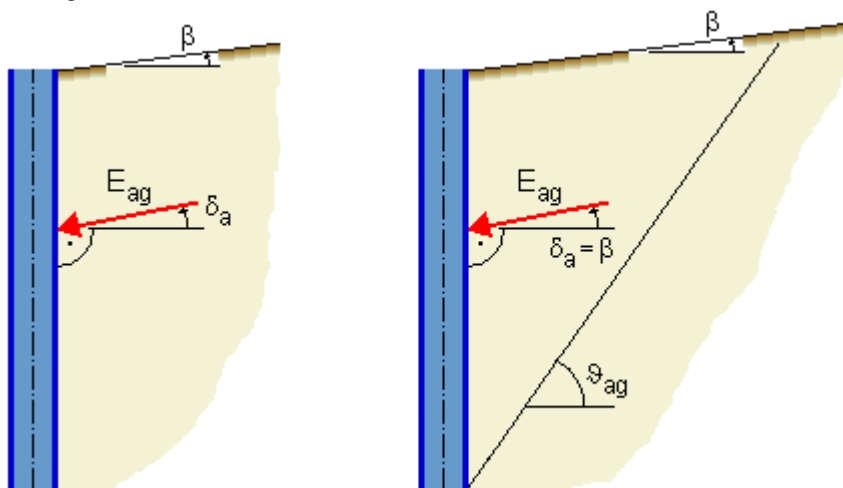
z	<input type="text" value="1.00"/>	vertikaler Abstand der Last vom Wandkopf in m
Py	<input type="text" value="2.40"/>	y-Komponente der Kraft in kN/m
Pz	<input type="text" value="10.50"/>	z-Komponente der Kraft in kN/m
M	<input type="text" value="3.00"/>	Momentenanteil der Last in kNm/m



Erddruckermittlung

aktiver Erddruck (erdseitig)

Die Berechnung der Erddrücke erfolgt nach der Theorie von *Coulomb* und dem Ansatz nach *Müller-Breslau*. Die Erdrücke werden wie folgt errechnet.



- horizontaler Erddruck aus Bodeneigengewicht

$$e_{ah}^g = \gamma \cdot z \cdot k_{ah}^g \quad \dots \text{ mit } \dots \quad k_{ah}^g = \left[\frac{\cos(\varphi - \alpha)}{\cos \alpha \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta_a) \cdot \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\alpha - \beta) \cdot \cos(\alpha + \delta_a)}} \right)} \right]^2$$

- horizontaler Erddruck aus breiter Flächenauflast

$$e_{ah}^p = p \cdot k_{ah}^g$$

- horizontaler Erddruck aus schmaler Auflast

$$e_{ah}^p = \frac{2 \cdot p \cdot b \cdot k_{ah}^p}{h} \quad \dots \text{ mit } \dots \quad k_{ah}^p = \frac{\sin(\vartheta_a - \varphi) \cdot \cos(\alpha + \delta_a)}{\cos(\vartheta_a - \varphi - \delta_a)}$$

... und ... $\vartheta_a = \varphi + \operatorname{arccot} \left[\tan(\varphi - \alpha) + \frac{1}{\cos(\varphi - \alpha)} \cdot \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta_a) \cdot \cos(\alpha - \beta)}{\sin(\alpha - \beta) \cdot \cos(\varphi + \delta_a)}} \right]$

- Erddruckanteil infolge Kohäsion

$$e_{ach} = -k_{ach} \cdot c \quad \dots \text{ mit } \dots \quad k_{ach} = \frac{2 \cdot \cos(\alpha - \beta) \cdot \cos \varphi \cdot \cos(\alpha + \delta_a)}{[1 + \sin(\varphi + \alpha + \delta_a - \beta)] \cdot \cos \alpha}$$

Erdruhedruck

$$e_{0h}^g = \gamma \cdot z \cdot k_{0h}^g \quad \dots \text{ mit } \dots \quad k_{0h}^g = k_1 \cdot f \cdot \frac{1 + \tan \alpha_1 \cdot \tan \beta}{1 + \tan \alpha_1 \cdot \tan \delta_0} \quad \dots \text{ und } \dots \quad k_1 = \frac{\sin \varphi - \sin^2 \varphi}{\sin \varphi - \sin^2 \beta} \cdot \cos^2 \beta$$

... und ... $f = 1 - |\tan \alpha \cdot \tan \beta|$... und ... $\tan \alpha_1 = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{k_1} + \tan^2 \beta}}$

Mindesterdruk

Nach der alten DIN 4085 1987-02, 5.2.2.2, ist ein Mindesterdrukbeiwert $k_{agh} = 0.2$ in den bindigen Schichten anzusetzen.

Nach DIN 4085 2002-01, 6.3.1.5, ist bei Wirkung von Kohäsion ein Mindesterdruk anzusetzen, der einem Erddruk mit einer Scherfestigkeit $\varphi = 40^\circ$ und $c = 0$ entspricht.

passiver Erddruk (luftseitig)

Die Berechnung der Erddruckbeiwerte erfolgt nach *Caquot/Kerisel* oder alternativ nach *Sokolovsky/Pregl*.

$$e_{ph}^g = \gamma \cdot z \cdot k_{ph}^g$$

räumlicher Erddruck (bei Trägerbohlwänden)

Bei der Berechnung von Trägerbohlwänden kann der Erdwiderstand nicht für eine unendlich lange, ebene Wand berechnet werden.

In Abhängigkeit vom Abstand der einzelnen Träger bildet sich vor jedem Einzelträger ein räumlicher Bruchkörper aus.

Der Widerstand wird nach *Weißbach* wie folgt berechnet

für ... $b_t > b_{kr} = 0.3 \cdot t$

$$E_{ph}^* = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot t^2 \cdot K_R \cdot (b_t + b_{sg}) + 2 \cdot c \cdot t \cdot K_K \cdot (b_t + b_{sc}) \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$$b_{sg} = 0.6 \cdot \tan \varphi \quad \dots \text{ und } \dots \quad b_{sc} = 0.9 \cdot t \cdot (1 + \tan \varphi) \quad \text{Ersatzbreiten für den Reibungsanteil}$$

- t Einbindetiefe
- γ Wichte der Bodenschicht
- K_R Erdwiderstandsbeiwert für Reibung n. Steck
- K_K ... für Kohäsion n. Steck
- c Kohäsionsbeiwert
- b_t Trägerbreite

für ... $b_t \leq b_{kr} = 0.3 \cdot t$... ist der Wert

$$E_{kr}^* = E_{ph}^* (b_t = b_{kr}) \quad \text{zu ermitteln. Daraus wird dann } E_{ph}^* = E_{kr}^* \cdot \left(\frac{b_t}{b_{kr}} \right) \text{ berechnet.}$$

Um den Verlauf über die Tiefe darzustellen, wird $\frac{dE_{ph}^*}{dt}$ gebildet.

für ... $b_t > b_{kr} = 0.3 \cdot t$

$$e_{ph}^*(t) = \gamma \cdot t \cdot K_R \cdot (b_t + 0.9 \cdot t \cdot \tan \varphi) + 2 \cdot c \cdot K_K \cdot [b_t + 1.8 \cdot (1 + \tan \varphi) \cdot t]$$

für ... $b_t \leq b_{kr} = 0.3 \cdot t$

$$e_{ph}^*(t) = 1.25 \cdot \gamma \cdot t \cdot K_R \cdot \sqrt{\frac{b_t}{0.3 \cdot t}} \cdot [(0.3 + 0.6 \cdot \tan \varphi) \cdot t + 3 \cdot c \cdot K_K \cdot (1.2 + 0.9 \cdot \tan \varphi) \cdot t]$$

Weiterhin gelten

$$K_R = \frac{(\alpha_1 + \alpha_1^2) \cdot \tan(\alpha/2) \cdot \cot(\vartheta_1 - \varphi) + \alpha_1^2 \cdot \tan^2 \alpha}{1 + \tan \delta_p \cdot \cot(\vartheta_1 - \varphi)} \quad \dots \text{ und } \dots$$

$$K_K = \frac{\alpha_1 \cdot \tan \alpha + \frac{\sin(\alpha/2) \cdot \cot \vartheta_1 \cdot [\cot(\vartheta_1 - \varphi) + \tan \vartheta_1]}{2 \cdot \sin \varepsilon}}{1 + \tan \delta_p \cdot \cot(\vartheta_1 - \varphi)} \quad \dots \text{ mit } \dots$$

$$\alpha = 45^\circ + \varphi/2 \quad \dots \text{ und } \dots \quad \varepsilon = 180^\circ - \alpha/2 - \vartheta_1 \quad \dots \text{ und } \dots \quad \alpha_1 = \cos(\alpha/2) \cdot \sin \vartheta_1 / \sin \varepsilon \quad \dots \text{ und } \dots$$

$$\vartheta_1 = \arccot \left[\sqrt{\frac{(1 + \tan^2 \varphi) \cdot (\tan \varphi + \tan \delta_p)}{\tan \varphi + \tan \delta_p}} \right] - \tan \varphi$$

Alternativ kann der Beiwert für den Kohäsionsanteil entspr. DIN 4085 ermittelt werden, er sollte dann jedoch entspr. EAB, EB14, um 50% abgemindert werden.

$$K_{pch} = 0.5 \cdot \frac{2 \cdot \cos \text{cal} \varphi' \cdot \cos \beta \cdot (1 - \tan \alpha \cdot \tan \beta) \cdot \cos(\alpha - \delta_{a,p})}{1 \pm \sin(\text{cal} \varphi' \pm \delta_{a,p} \pm \alpha \pm \beta)}$$

Für den Wandreibungswinkel sollte die Bedingung gewählt werden

$$\delta_p = -(\varphi - 2.5^\circ) \quad \dots \text{ für } \dots \quad \varphi \leq 30^\circ \quad \dots \text{ bzw. } \dots \quad \delta_p = -27.5^\circ \quad \dots \text{ für } \dots \quad \varphi > 30^\circ$$


Im Programm wird der räumliche Erddruck als Funktion über die Tiefe ermittelt.

Dabei wird an jedem Berechnungspunkt neben dem räumlichen der ebene Erdwiderstand vor einer gedachten durchgehenden Wand berechnet.

Der jeweils maßgebende kleinere Erdwiderstand wird übernommen.

Diese Vorgehensweise liegt auf der sicheren Seite.

Nachweise

 das Fenster zur Eingabe der Nachweise wird über den nebenstehend dargestellten Button geöffnet

Nachweise

Nachweiseinstellungen

Angaben zur Bemessung der Träger und der Ausbohlung

Stahlgüte ▼

Holzgüte ▼

Nachweise DIN EN 1993 / DIN EN 1995

Nachweis der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-1

- mit mobilisierten Erdwiderstand
- ohne Erdwiderstand

 Bemessung der Verbaubohlen gemäß EAB, (EB 88)

Nachweise der äußeren Standsicherheit

Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers
gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.5)

 Nachweis der Vertikalkomponente der Auflagerkraft
gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.8)

 Nachweis gegen Versagen durch Vertikalbewegung
entsprechend DIN EN 1997-1, 9.7.5

 $\gamma_p =$ - (Sicherheitsbeiwert für den Widerstand)

 $\tau_m =$ kN/m² (mittlerer Mantelreibungswert)

 $G_{\text{Bohlen}} =$ kN/m² (Eigengewicht der Verbaubohlen)

 $f_D =$ - (Beiwert für den Einfluss der Lagerungsdichte)




 Nachweis des Versagens in der tiefen Gleitfuge

- Ausführliche Ausgabe
gemäß DIN 1054:2005-01, 10.6.7

 Verformungen

- mit mobilisierten Erdwiderstand
- ohne Erdwiderstand

 $\text{zul } w =$ mm

• Materialgüten

Im ersten Abschnitt wird die verwendete Stahlgüte eingegeben.

In der Listbox werden alle für **Spundwände** gebräuchliche Stahlsorten angeboten.

Bei **Trägerbohlwänden** werden die entsprechenden

S 240 GP	<input checked="" type="checkbox"/>
S 240 GP	<input checked="" type="checkbox"/>
S 270 GP	<input type="checkbox"/>
S 320 GP	<input type="checkbox"/>
S 355 GP	<input type="checkbox"/>
S 390 GP	<input type="checkbox"/>
S 430 GP	<input type="checkbox"/>
St Sp 460	<input type="checkbox"/>
St Sp 500	<input type="checkbox"/>

Stahlsorten für Walzträger

S235 (St37)	<input checked="" type="checkbox"/>
S235 (St37)	<input checked="" type="checkbox"/>
S275 (St44)	<input type="checkbox"/>
S355 (St52)	<input type="checkbox"/>

C24 (S10)	<input checked="" type="checkbox"/>
C14	<input type="checkbox"/>
C16 (S7)	<input type="checkbox"/>
C18	<input type="checkbox"/>
C20	<input type="checkbox"/>
C22	<input type="checkbox"/>
C24 (S10)	<input checked="" type="checkbox"/>
C27	<input type="checkbox"/>
C30 (S13)	<input type="checkbox"/>
C35	<input type="checkbox"/>
C40	<input type="checkbox"/>
C45	<input type="checkbox"/>
C50	<input type="checkbox"/>

und die Holzgüten für die Bemessung der Verbaubohlen angeboten.

• Nachweis der Stahlprofile

Im zweiten Abschnitt kann der Nachweis der Stahlprofile entspr. DIN EN 1993-1 bzw. DIN 18800 (elastisch-elastisch) gewählt werden.

- Nachweis der Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-1
- mit mobilisierten Erdwiderstand
 - ohne Erdwiderstand

Im dritten Abschnitt erscheinen die Nachweise der äußeren Standsicherheit.

Optional kann bei der Ermittlung der Schnittgrößen der mobilisierte Erdwiderstand überlagert werden. Hierdurch ergibt sich ein glatter Schnittgrößenverlauf ohne Querkraftsprung in Höhe des horizontalen Ersatzlagers.

Bei Systemen mit Einspannung nach BLUM wird der Nachweis im Programm grundsätzlich ohne Erdwiderstand geführt.

• Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers

- Nachweis gegen Versagen des Erdwiderlagers
gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.5)

Der Nachweis überprüft, ob der Erdwiderstand die resultierende H-Komponente im Erdaufleger aufnehmen kann. Ist der Nachweis nicht erfüllt, ist die Einbindetiefe zu vergrößern.

Der Nachweis ist automatisch erfüllt, wenn als Einspannung die Option **Einspannung nach BLUM** oder **Frei (beweglich) Einbindetiefe berechnen** gewählt wurde.

• Nachweis der Vertikalkomponente der Auflagerkraft

- Nachweis der Vertikalkomponente der Auflagerkraft
gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.8)

Der Nachweis überprüft, ob unter dem gewählten passiven Erddruckwinkel die V-Komponente der resultierenden erdseitigen Belastung von der V-Komponente des Erdwiderstands aufgenommen werden kann.

Ist der Nachweis nicht erfüllt, ist der passive Erddruckwinkel zu verringern oder die Einbindetiefe zu vergrößern.

• Nachweis gegen Versagen der Bauteile durch Vertikalbewegung

- Nachweis gegen Versagen durch Vertikalbewegung
gemäß DIN 1054:2010-12, A(9.6)
- nach Spundwandhandbuch
 - nach EAB, EB 85
- $\gamma_p = 1.40$ $q_{b,k} = 5.00$ MN/m² $n = 6$ -

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_p für den Widerstand kann vom Anwender vorgegeben werden.

Sofern die Widerstandsanteile aus Erfahrungswerten ermittelt wurden, wird üblicherweise $\gamma_p = 1.4$ gesetzt.

Bei Durchführung von Probelastungen kann der Wert reduziert werden.

Gemäß EAU 2004, Abs. 8.2.11, sind Angaben über den Wert des anzusetzenden Spitzenwiderstands $q_{b,k}$ und die

damit verbundene erforderliche Einbindetiefe vom Baugrundgutachter festzulegen.

Bei kastenförmigen Profilen darf der Spitzendruck $q_{b,k}$ auf die von der Umhüllenden des Wandquerschnitts begrenzte Fläche angesetzt werden.

Bei Verwendung wellenförmiger Profile mit einem mittleren Stegabstand ≥ 400 mm ist die Aufstandsfläche abzumindern. Für die Berechnung der wirksamen Aufstandsfläche wird für diese Fälle i.d.R. die Formel $A_b = n \cdot A_s$ mit $n = 6$ bis 8 benutzt.

Bei Spundwänden kann alternativ das Verfahren gemäß EAB 2006, EB 85, gewählt werden.

• Nachweis gegen Versagen der Bauteile durch Vertikalbewegung bei Trägerbohlwänden

Nachweis gegen Versagen durch Vertikalbewegung

entsprechend DIN EN 1997-1, 9.7.5

$\gamma_p = 1.40$ - (Sicherheitsbeiwert für den Widerstand)

$\tau_m = 5.00$ kN/m² (mittlerer Mantelreibungswert)

G Bohlen = 0.000 kN/m² (Eigengewicht der Verbaubohlen)

$f_D = 0.00$ - (Beiwert für den Einfluss der Lagerungsdichte)

Der Nachweis wird entspr. *Dörken, Dehne, Kliesch* geführt.

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_p für den Widerstand kann vom Anwender vorgegeben werden.

Sofern die Widerstandsanteile aus Erfahrungswerten ermittelt wurden, wird üblicherweise $\gamma_p = 1.5$ gesetzt.

τ_m bezeichnet den mittleren Mantelreibungswert.

Das Gewicht der Bohlen kann ebenfalls berücksichtigt werden.

Der Einfluss der Lagerungsdichte D wird über den Faktor f_D (nach *Dörken, Dehne, Kliesch*) erfasst.

Für nicht bindige Böden gelten die Werte der nachfolgenden Tabelle.

U < 3	U ≥ 3	Lagerung	f_D
D < 0.15	D < 0.2	sehr locker	0.20
0.15 < D < 0.30	0.20 < D < 0.45	locker	0.40
0.30 < D < 0.40	0.45 < D < 0.55	mitteldicht	0.70
0.40 < D < 0.50	0.55 < D < 0.65	ausreichend dicht	1.00
D > 0.50	D ≥ 0.65	besonders dicht	1.25

U Ungleichförmigkeitszahl D Lagerungsdichte

Für bindige Böden liegen wegen der starken Abhängigkeit vom Wassergehalt keine geeigneten Ansätze vor.

Vertretbar erscheint es, steifplastische, bindige Böden mit locker gelagerten, nicht bindigen Böden gleichzusetzen ($f_D = 0.4$).

$f_D = 1.25$ bei besonders dichter Lagerung

$f_D = 1.00$ bei dichter Lagerung

$f_D = 0.70$ bei mitteldichter Lagerung

$f_D = 0.40$ bei lockerer Lagerung

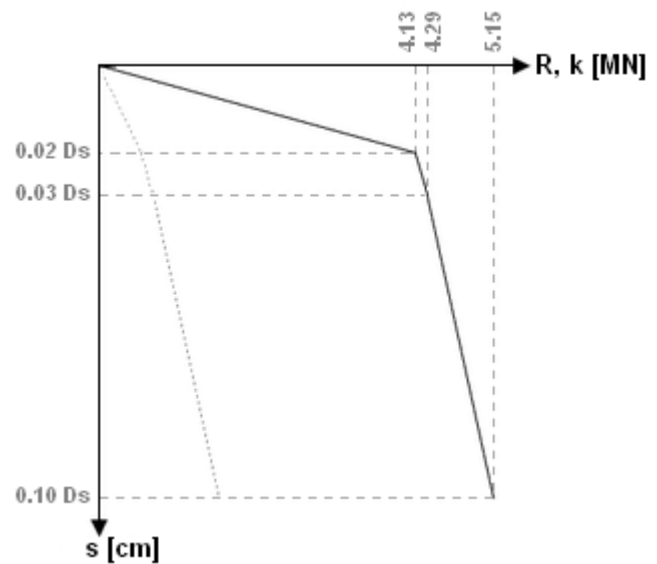
Bei Wahl einer Fußverbreiterung wird davon ausgegangen, dass der Träger bis zur Aushubsohle als Pfahl einbetoniert wird. Der Nachweis der axialen Tragfähigkeit wird in der Situation GEO2 bzw. im Grenzzustand 1B (Grenzzustand für das Versagen von Bauteilen) geführt.

Für den einbetonierten Träger wird eine Widerstands-Setzungs-Linie ermittelt.

Anhand von tabellierten Erfahrungswerten werden in Abhängigkeit von Bodenkennwerten der Pfahlspitzenwiderstand und die Pfahlmantelreibung ermittelt.

Für nichtbindige Böden wird hierzu der mittlere Spitzenwiderstand q_c aus einer Drucksondierung benötigt; für bindige Böden die undrained Scherfestigkeit $c_{u,k}$ und bei felsigen Böden die einaxiale Druckfestigkeit $q_{u,k}$.

Die Werte für den Pfahlspitzenwiderstand bei bindigen



und nichtbindigen Böden werden für bezogene Pfahlkopfsetzungen s/D angegeben (mit D für Pfahlschaftdurchmesser bzw. Pfahlfußdurchmesser).

Die Abb. rechts zeigt ein Beispiel für eine Widerstandssetzungs-Linie.

Die Grenzsetzung beträgt $s_g = 0,1 D$.

Der zugehörige Widerstandswert stellt den charakteristischen Grenzwert der Tragfähigkeit dar (hier 5,15 MN).

• Nachweis der Verformungen

- Verformungen
 - mit mobilisierten Erdwiderstand
 - ohne Erdwiderstand
- zul $w =$ mm

Die extremalen Wandverformungen können berechnet werden.

Durch Eingabe einer zulässigen Verformung wird ein Nachweis der zulässigen Verformung geführt.

Optional kann bei der Ermittlung der Schnittgrößen der mobilisierte Erdwiderstand überlagert werden.

Hierdurch ergibt sich ein glatter Schnittgrößenverlauf ohne Querkraftsprung in Höhe des horizontalen Ersatzlagers.

zur Hauptseite [4H-GRUBE](#), Spund- / Trägerbohlwand



© [pcae](#) GmbH Kopernikusstr. 4A 30167 Hannover Tel. 0511/70083-0 Fax 70083-99 Mail dte@pcae.de