

4H-EDRU Erddruckermittlung

Detailinformationen

Seite neu erstellt Februar 2021

• Kontakt 

• Programmübersicht 

• Bestelltext 

Infos auf dieser Seite

... als pdf 

- Haupteingabefenster 
- System 
- Lastkombinationen 
- Grundeinstellung 
- Belastung 
- Druckdokument 

alle **pcae**-Grundbauprogramme im Überblick

- **Erddruckermittlung** 
- Spundwand/Trägerbohlwand 
- Kellerwand 
- Bohr- / Ramm- / Mikropfahl 
- Böschungsbruch 
- Winkelstützwand 
- Fundamente 

Haupteingabefenster

Das Haupteingabefenster ist in die im Bild unten gekennzeichneten Bereiche unterteilt.

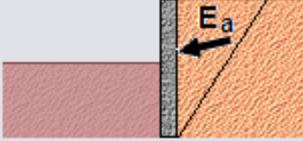
4H-EDRU [POS. 30: Erddruckermittlung]

Steuerbuttonleiste

Grundeinstellung System Belastung Lastkombinationen **Registerreiter**

Erddrucktyp

aktiver Erddruck
 Erdruhedruck
 passiver Erddruck



Erhöhter aktiver Erddruck
Nachgiebigkeit der Stützkonstruktion nachgiebig

$E'_{ah} = 1,00 \cdot E_{ah} + 0,00 \cdot E_{oh}$

Wandreibungswinkel
Wandbeschaffenheit rau $\delta_a = 2/3 \cdot \varphi'_s$

Kohäsion berücksichtigen **Registerblatt**
Ansatz mit 100 %
 Zug aus Kohäsion ansetzen
 Mindesterdruddruck schichtweise berücksichtigen

Umlagerung
Art der Wandbewegung Drehung um Wandfuß

Verdichtungserddruck berücksichtigen
Stärke der Verdichtung intensiv
Breite des zu verfüllenden Raums B = 1,00 m



Erddruckbeiwert für gekrümmte Gleitflächen ermitteln

Resultierender Verdichtungserddruck

nachgiebig: $e_{ah} = 25,0 \text{ kN/m}^2$ $z_a = 2,00 \text{ m}$
unnachgiebig: $e_{ah} = 40,0 \text{ kN/m}^2$

Standardmäßig befindet sich am oberen Bildschirmrand die Steuerbuttonleiste mit den Hauptfunktionen des Programms. Über die Einstellungen der **Bildschirmdarstellung** kann die Steuerbuttonleiste auch seitlich angeordnet werden.

Steuerbuttons

Nachfolgend werden die Funktionen der Steuerbuttons beschrieben.

öffnet das Fenster zur Drucklistenvorschau (DTE[®] - Viewer)



DTE - Viewer [Detailnachweise]

Seite 1

DETAILNACHWEISE

Erddruckermittlung

Nach DIN 4084:2017-08 und zugehörigen Normen

Berechnung des aktiven Erddruckes

1. System

Maßstab 1:75

Wandreibung
Für eine raue Wandoberfläche,
mit einem Wandreibungswinkel $\delta = 2/3 \cdot \varphi'_k$

Oberfläche
Böschung mit konstantem Anstieg von $\beta = 10.00^\circ$

Grundwasser
Hinter der Wand bei $z_{W, rechts} = 1.00$ m

Kohäsion
Kohäsion wird voll berücksichtigt
Rechnerische Zugspannungen aus Kohäsion werden nicht angesetzt
Mindesterddruck wird in allen bindigen Schichten überprüft

Bodenschichten

Schicht	Bezeichnung	Bodenart	d m	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	φ' °	c' kN/m ²
1	Schicht1	bindig	2.00	18.00	9.00	25.00	5.00
2	Schicht2	nichtbindig	---	20.00	11.00	30.00	---

d - Schichtdicke γ - Wichte γ' - Wichte unter Auftrieb φ' - innerer Reibungswinkel des drainierten Bodens
c' - Kohäsion des drainierten Bodens



öffnet den Druckdialog zur Bestimmung des Ausgabegeräts (DTE® - Druckmanager) und den damit zusammenhängenden Einstellungen

DTE - Druckmanager [Bsp Hilfe]

Ausgabegerät ausgewählte Drucklisten sonstige Aufgaben

pdf Viewer Fiery Lexmark Textdatei RTF-Datei

Drucklistenauswahl	Erzeugungsdatum	Umfang	Bemerkungen
Bemerkungen	nicht vorhanden		
Zeichnungen	nicht vorhanden		
Ergebnisse	11.04.2019 - 08:50:56	396 KB	1 Drucklisten ausgewählt

Gerät Layout Inhalt Druckbereich Kopfzeilen

Schriftstil

Typ: normal kursiv

Farbe

Ausgabe in: Farbe Schwarz / Weiß

Sprache

Ausgabe in:

Texte und Tabellen

Texte werden gesetzt

Tabellen werden gesetzt

normal kompakt

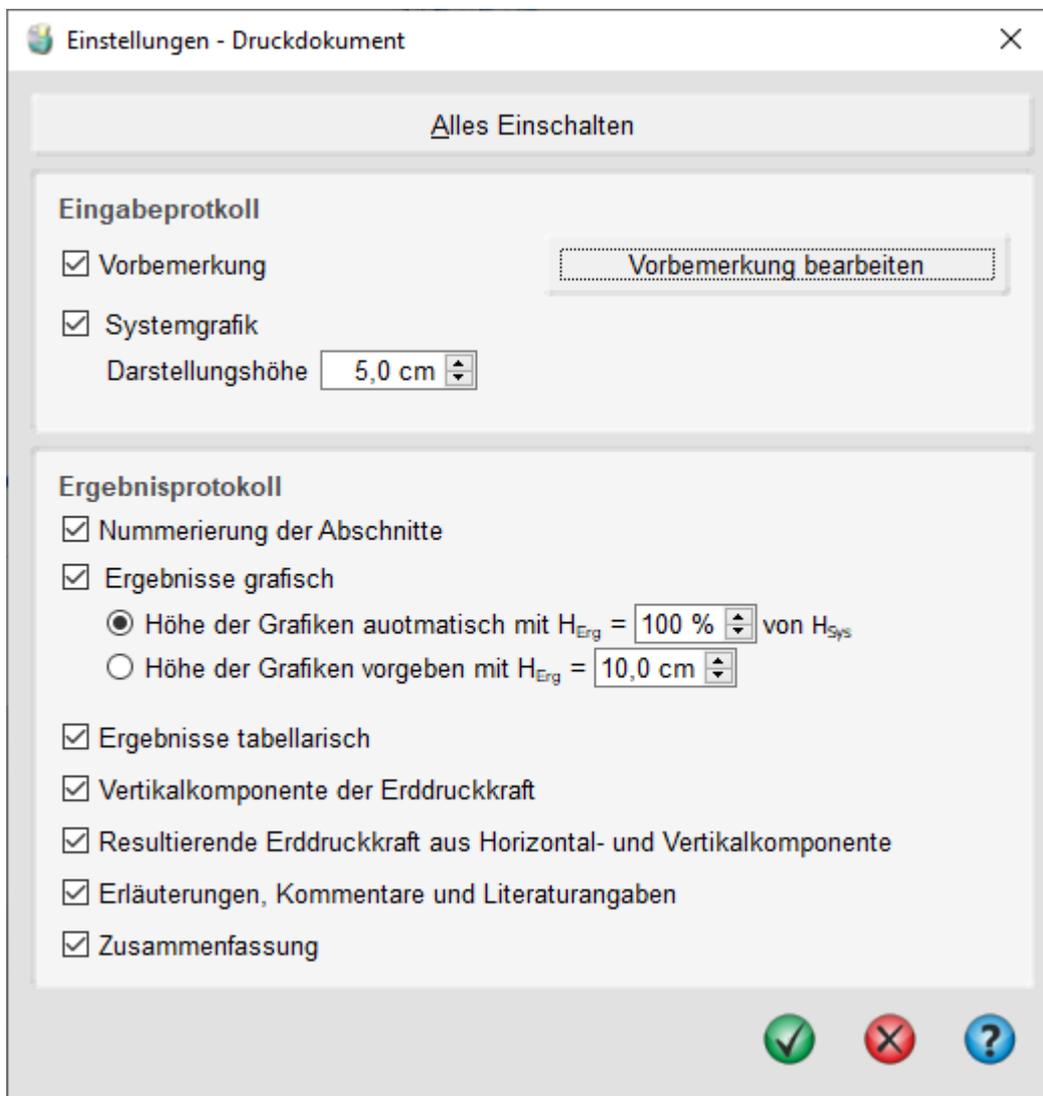
Grafiken

Grafiken werden gesetzt

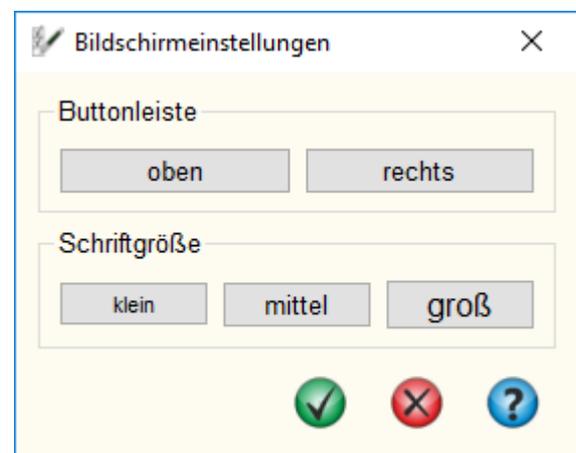
Faktor:

 öffnet den Dialog zur Gestaltung des Druckdokuments

Hier können Elemente aus Eingabe- und Ergebnisprotokoll für die Druckliste deaktiviert und die Höhen der grafischen Elemente angepasst werden.



ruft den Dialog zur Einstellung der Eigenschaften der
Bildschirmdarstellung auf



Sicherung der aktuellen Einstellungen



ruft die Online-Hilfe auf



Verlassen des Programms

Registerreiter

Über die Registerreiter erreicht man die vier Registerblätter **Grundeinstellung**, **System**, **Belastung** und **Lastkombinationen**.

In den Registern können alle rechenrelevanten Parameter angepasst werden.

Die Darstellung des Registerblattinhalts nimmt den größten Teil des Fensters ein.

Tabellensteuerung

Einige Eingaben wie **Bodenschichten**, **Lastbilder** und **Lastkombinationen** erfolgen tabellarisch. Neben den Zellen zur Aufnahme der Daten verfügen die Tabellen über folgende Steuerelemente.

-  Löschen der zugehörigen Zeile
-  Duplizieren der zugehörigen Zeile
-  eine neue Zeile am Ende der Tabelle anfügen
-  Tabelle leeren bzw. alle Zeilen löschen

Grundeinstellung

Im ersten Registerblatt sind die Grundeinstellungen festzulegen.

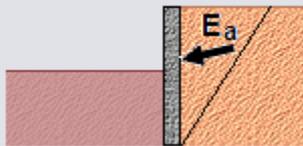
Die wichtigste Einstellung ist der **Erddrucktyp**. Je nach gewähltem Modus ändern sich die weiteren Einstellungsmöglichkeiten dieses Registerblatts.

Erddrucktyp

aktiver Erddruck

Erdruhedruck

passiver Erddruck



Aktiver Erddruck

Im ersten Modus **aktiver Erddruck** kann auch ein **erhöhter aktiver Erddruck** berechnet werden.

Die Erhöhung wird ermittelt aus einer gleichzeitigen Berechnung von aktivem Erddruck und Erdruhedruck.

Der maßgebende Wert wird anteilig aus beiden Ergebnissen zusammengesetzt; je höher der Anteil des Ruhedrucks, desto höher der ermittelte Wert.

Durch eine Einstufung zur **Nachgiebigkeit** der Stützkonstruktion entspr. DIN 4085:2017 (Tab. B.1) wird die Verteilung der Anteile für den Erddruckansatz gemäß Empfehlung durch die Norm gewählt. Dabei gilt je unnachgiebiger, desto höher der Anteil des Ruhedrucks.

Eine freie Vorgabe der Anteile ist ebenfalls möglich. Die Summe der Anteile beträgt dabei immer 1.00, also z.B. 0.25/0.75 oder 0.50/0.50.

Erhöhter aktiver Erddruck

Nachgiebigkeit der Stützkonstruktion nachgiebig

$E'_{ah} = 1,00 \cdot E_{ah} + 0,00 \cdot E_{rh}$

Der **Wandreibungswinkel** hängt von der Beschaffenheit der Wandoberfläche, auf die der Erddruck wirkt, ab.

Entspr. DIN 4085:2017 (Tab. A.1) kann hier ein Wandreibungswinkel zwischen $\delta = 0$ (glatt) und $\delta = \varphi$ (verzahnt) vorgegeben werden. Eine freie Vorgabe ist ebenfalls möglich. Der Wandreibungswinkel bestimmt maßgeblich den Erddruckneigungswinkel (Verhältnis von horizontalem zu vertikalem Erddruck).

Wandreibungswinkel

Wandbeschaffenheit rau $\delta_a = 2/3 \cdot \varphi'_k$

Kohäsion wirkt sich günstig bzw. entlastend auf den aktiven Erddruck aus.

Wird der **Haken** entfernt, wird eine bei der **Schichteingabe** vorgegebene Kohäsion bei der Berechnung vernachlässigt. Im anderen Fall kann der zu berücksichtigende Anteil über eine Prozentangabe gesteuert werden.

Wenn Kohäsion aktiviert ist, kann es rechnerisch zu Bereichen mit Zugspannungen kommen. Wenn keine Umlagerung zu erwarten ist, dann dürfen diese nicht berücksichtigt werden. Daher steht diese Option nur zur Verfügung, wenn eine Umlagerung berücksichtigt werden soll.

Nach DIN 4085:2017 ist bei allen bindigen Böden zu untersuchen, ob durch Berücksichtigung der Kohäsion der **Mindesterddruck** nicht unterschritten wird.

Der Mindesterdruddruck ermittelt sich durch eine Berechnung bei der die Scherfestigkeit mit $\varphi = 40^\circ$ und die Kohäsion mit $c = 0$ angesetzt werden. Nach aktueller Norm ist bei geschichtetem Boden die größere Erddruckresultierende der jeweiligen Schicht maßgebend. In der vorherigen Fassung der DIN 4085 war alternativ auch die punktuelle Betrachtung möglich.

Voreingestellt ist hier immer **schichtweise**; über die zugehörige Listbox kann auf **ordinatenweise** Berücksichtigung (entspr. DIN 4085:2011) umgeschaltet werden.

Kohäsion berücksichtigen

Ansatz mit

Zug aus Kohäsion ansetzen

Mindesterdruddruck berücksichtigen

Standardmäßig wird bei der Ermittlung des aktiven Erddrucks nach DIN 4085:2017 von einer Drehung um den Wandfuß (oder tiefer) ausgegangen. Bei gestützten Wänden kann sich eine andere Art der Wandbewegung einstellen, wobei es dann zu **Umlagerungen** kommt.

Hier kann durch Vorgabe der **Art der Wandbewegung** eine Umlagerung der ermittelten Erddruckfigur entspr. DIN 4085:2017 (Tab. C.1) bei der Berechnung berücksichtigt werden.

Umlagerung

Art der Wandbewegung



Wird der Boden verdichtet, erhöht sich dadurch der Erddruck aus Boden. Dieser **Verdichtungserddruck** kann vom Programm entspr. DIN 4085:2017 (Abschnitt 11) berücksichtigt werden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen **intensiver** und **leichter** Verdichtung.

Die **Breite des zu verfüllenden Raumes** ist nur bei intensiver Verdichtung von Belang.

Die Tiefe, ab der der Verdichtungserddruck voll wirkt, wird über den Vergleich des Verdichtungserddrucks mit dem passiven Erddruck bestimmt. Dabei kann der passive **Erddruckbeiwert gekrümmter Gleitflächen** (Häkchen gesetzt) oder für lineare Gleitflächen ermittelt werden.

Die maximalen Ordinaten des resultierenden Ansatzes zum Verdichtungserddruck werden angezeigt. Dabei werden ein Wert für den Anteil **nachgiebig** und ein Wert für den Anteil **unnachgiebig** ausgewiesen. Die Wichtung der Anteile erfolgt entsprechend der gewählten Nachgiebigkeit (siehe erhöhter aktiver Erddruck).

Alternativ zu den Vorgaben infolge intensiver oder leichter Verdichtung kann der resultierende Verdichtungserddruck auch frei vorgegeben werden.

Verdichtungserddruck berücksichtigen

Stärke der Verdichtung

Breite des zu verfüllenden Raums B =

Erddruckbeiwert für gekrümmte Gleitflächen ermitteln

Resultierender Verdichtungserddruck

nachgiebig: e_{a} = z_{a} =

unnachgiebig: e_{a} =



Erdruehdruck

Bei Berechnung von Erdruhedruck werden **keine** Kohäsion und somit auch kein Mindesterdruk berücksichtigt. Die entsprechenden Eingabefelder sind in diesem Modus ausgeblendet.

Da bei Erdruhedruck von einer starren (unbeweglichen) Wand ausgegangen wird, ist der Bereich für Umlagerung ebenfalls ausgeblendet.

Im Falle einer **Verdichtung** ist aus diesem Grund nur der Ansatz für unnachgiebige Wände maßgebend.

Passiver Erddruck

Der passive Erddruck wird vom Programm standardmäßig unter der Annahme **gekrümmter Gleitflächen** ermittelt.

Die entsprechenden Erddruckwerte gehen auf Pregel/Sokolowski zurück und werden nach DIN 4085:2017 (Abschnitt 7.1) ermittelt.

Für den Sonderfall $\alpha = \beta = \delta = 0^\circ$ ist auch eine Berechnung unter Annahme ebener Gleitflächen zulässig. Dazu kann der Haken vor der Option **gekrümmte Gleitflächen** entfernt werden.

gekrümmte Gleitflächen

Der **Wandreibungswinkel** wird (ebenso wie im Modus *aktiver Erddruck*) in Abhängigkeit der Wandbeschaffenheit aus DIN 4085:2017 (Tab. A.1) ermittelt. Im Gegensatz zur Berechnung des aktiven Erddrucks erhält der Wert hier ein negatives Vorzeichen.

Wandreibungswinkel

Wandbeschaffenheit $\delta_p \leq 27,5^\circ$ bzw $\delta_p \leq \varphi'_k - 2,5^\circ$

Kohäsion wirkt sich günstig auf den passiven Erddruck aus, denn damit erhöht sich der Erdwiderstand. Deshalb besteht auch in diesem Modus die Option die Kohäsion zu berücksichtigen oder nicht.

Kohäsion berücksichtigen

Ansatz mit

Standardmäßig wird bei der Ermittlung des passiven Erddrucks nach DIN 4085:2017 von einer parallelen Wandbewegung ausgegangen. Je nach Lagerung der Wand kann sich eine andere Art der Wandbewegung einstellen, wobei es dann zu **Umlagerungen** kommt.

Hier kann durch Vorgabe der **Art der Wandbewegung** eine Umlagerung der ermittelten Erddruckfigur entspr. DIN 4085:2017 (Tab. D.1) bei der Berechnung berücksichtigt werden.

Umlagerung

Art der Wandbewegung



System

In diesem Registerblatt sind die Systemeigenschaften anzugeben, bestehend aus Wandgeometrie, Bodenaufbau und Wasserstand.

Die Höhe der **Wand** gibt an, bis zu welcher Tiefe ab Geländeoberkante der Erddruck ermittelt wird.

Die **Neigung** der Wand wird entspr. Bild 2 der DIN 4085:2017 mit dem Winkel α beschrieben (positiv entgegen dem Uhrzeigersinn).

Standardmäßig liegt die Höhenkote $z = 0$ am Wandkopf; durch Eingabe von $z_{\text{Kopf}} \neq 0$ kann sie verschoben werden.

Die Berechnungsergebnisse werden im Normalfall **pro laufenden Meter** (Erddruckordinate in $[\text{kN}/\text{m}^2]$) ermittelt.

Alternativ kann auch die Option für eine **absolute Breite** gewählt werden (Erddruckordinate in [kN/m]).

Wand

Höhe $h =$ Neigung $\alpha =$ $z_{\text{Kopf}} =$

Berechnung pro lfdm

Berechnung für eine absolute Breite

Für den Verlauf der **Geländeoberkante** stehen drei Optionen zur Verfügung

- horizontal** das Geländeniveau bleibt konstant auf Höhe des Wandkopfs
- konstante Neigung** das Geländeniveau steigt oder fällt ausgehend vom Wandkopf gleichmäßig um den Winkel β
- gebrochen** der Geländeverlauf ist durch die tabellarische Eingabe von **Böschungsabschnitten** zu definieren

Gelände Oberkante

horizontal

konstante Neigung

gebrochen

Grundwasser kann auf beiden Seiten der Wand berücksichtigt werden.

Links ist dabei immer die Seite vor der Wand (z.B. Seite der Baugrube) und rechts hinter Wand. Die Höhen der Wasserspiegel sind als Koordinaten z_w anzugeben.

Grundwasser

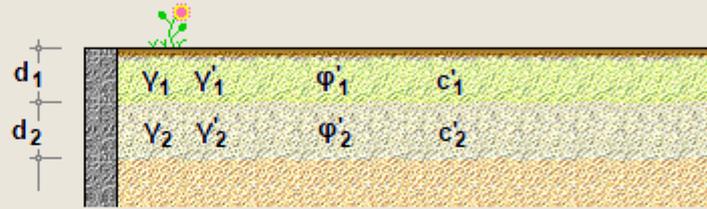
vor der Wand (links) $z_w =$

hinter der Wand (rechts) $z_w =$

Die **Bodenschichten** sind tabellarisch einzugeben. Die erste Bodenschicht beginnt immer direkt auf Höhe des Wandkopfs.

Bodenschichten

- d Dicke der Boderschicht
- γ Rechenwert der Wichte
- γ' Rechenwert der Wichte unter Auftrieb
- φ' Innerer Reibungswinkel des drainierten Bodens
- c' Kohäsion des drainierten Bodens



		Bezeichnung	d [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ' [°]	c' [kN/m]
1		Schicht 1	2.00	18.00	9.00	25.00	5.00
2		Schicht 2	3.00	19.00	11.00	30.00	0.00



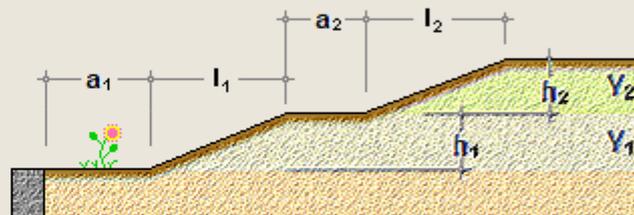
Im Falle einer gebrochenen Geländeoberfläche ist der Verlauf der *Böschung* tabellarisch einzugeben.

Jede Zeile beschreibt einen Abschnitt bestehend aus einem horizontalen Anteil der **Länge a** (Berme) und einem Anteil der **Länge l** mit einer Steigung infolge der zugehörigen **Höhendifferenz h**.

Die **Wichte γ** des Bodens über die Höhe h ist in der letzten Spalte anzugeben.

Böschung

- a horiz. Abstand zu vorheriger Böschung bzw. Wandkopf
- l Länge der Böschung
- h Höhe der Böschung
- γ Wichte in der Bodenschicht



		a [m]	l [m]	h [m]	γ [kN/m ³]
1		1.00	2.00	1.00	20.00
2		2.00	1.00	0.50	18.00



Belastung

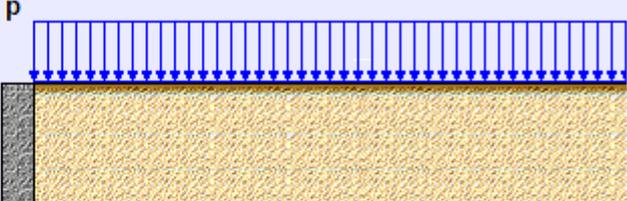
In diesem Registerblatt kann die Belastung infolge äußerer Lasten beschrieben werden.

Dazu stehen vier Typen von Lastbildern zur Verfügung. Für jeden Lastbildtyp gibt es eine eigene Tabelle, in der ein oder mehrere Lastbilder des Typs angelegt werden können.

Das Lastbild **Flächenlast p** beginnt ab Wandkopf und wirkt auf der gesamten Geländeoberfläche sowohl in der Betrachtungsebene als auch senkrecht dazu.

Flächenlasten
Streifenlasten
Blocklasten
Linienlasten

p Ordinate der Flächenlast



			Bezeichnung	p [kN/m ²]
1			Flächenlast1	6.00
2			Flächenlast2	3.00

neu

Die **Streifenlast p'** wird ebenso wie die Flächenlast mit einer unendlichen Ausbreitung senkrecht zur Betrachtungsebene angenommen. Sie kann aber durch einen **Abstand a** zur Wand und einer **Länge l** in der Betrachtungsebene begrenzt werden.

Die **Verteilung** des Erddrucks erfolgt standardmäßig nach den Empfehlungen der **DIN 4085:2017** (Tab. C.2, Zeile 2). Je nach Situation kann es zu einer rechteckigen oder trapezförmigen Verteilung kommen.

Alternativ kann aber auch ausdrücklich eine **rechteckige** bzw. **trapezförmige** Verteilung gewählt werden.

Flächenlasten (2) **Streifenlasten** Blocklasten Linienlasten

p' Ordinate der Last
 a Abstand zwischen Wand und Streiflast
 l Länge des Streifens
 z Höhe der Lasteinleitung bezügl. Wandkopf

	Bezeichnung	p' [kN/m ²]	a [m]	l [m]	Einleitung	z [m]	Verteilung
1	Streifenlast1	50.00	1.00	2.00	Oberfläche	0.00	DIN 4085

neu

Die Lastordinate der **Blocklast P** ist als Resultierende vorzugeben (in [kN]).

Hier ist die Ausdehnung nicht nur in der Betrachtungsebene (bzw. senkrecht zur Wand), sondern auch senkrecht dazu (bzw. parallel zur Wand) durch die **Breite b** begrenzt.

Die Blocklast wird nach DIN 4085:2017, Abs. 6.2.7, in eine Ersatzstreifenlast umgerechnet. Die **Verteilung** funktioniert daher wie bei der Streifenlast beschrieben.

Flächenlasten (2) Streifenlasten (1) **Blocklasten** Linienlasten

P Resultierende Blocklast
 a Abstand zwischen Wand und Blocklast
 l Länge der Blocklaste senkrecht zur Wand
 b Breite der Blocklast parallel zur Wand
 z Höhe der Lasteinleitung bezügl. Wandkopf

	Bezeichnung	P [kN]	a [m]	l [m]	b [m]	Einleitung	z [m]	Verteilung
1	Blocklast1	100.00	0.50	1.50	1.50	Frei	0.50	DIN 4085

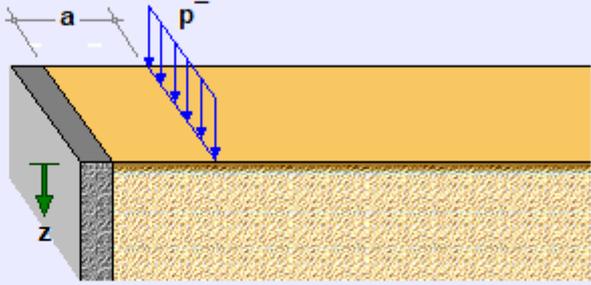
neu

Eine **Linienlast p''** wirkt in der Betrachtungsebene nur in einem Punkt; senkrecht dazu wird sie als

unendlich angenommen.

Flächenlasten (2) Streifenlasten (1) Blocklasten (1) **Linienlasten**

p^- Ordinate der Last
 a Abstand zwischen Wand und Blocklast
 z Höhe der Lasteinleitung bezügl. Wandkopf



		Bezeichnung	p^- [kN/m]	a [m]	Einleitung	z [m]
1	 	Linienlast1	20.00	1.00	Oberfläche	0.00
2	 	Linienlast2	30.00	2.00	Frei	0.75

neu   

Standardmäßig wirken alle Lastbilder auf der Geländeoberfläche.

Alternativ kann die **Einleitung** auch unterhalb der Geländeroberfläche erfolgen; dann ist die Höhe der Einleitung über die Koordinate in der Spalte **z** festzulegen.



Im Modus *passiver Erddruck* sind nur Flächenlasten zulässig.

Lastkombinationen

Im vierten Registerblatt können Einwirkungen aus inneren und äußeren Lasten zu Lastkombinationen zusammengestellt werden.

Für jede Lastkombination ist eine Zeile in der Tabelle anzulegen. In der Spalte *Faktorisierung* wird die aktuelle Zusammensetzung angezeigt.

Lastkombinationen

aus *inneren* Lasten: und *äußeren* Lasten:

(G) Eigenlast Boden (F) lächenlasten
(W) asserdruck (S) treifenlasten
 (L) inienlasten
 (B) locklasten

		Bezeichnung	Faktorisierung	Bearbeiten
1	 	Lastkombination1	G + W	  
2	 	Lastkombination2	G + W + F1 + S1	  

Über den Button    in der Spalte *Bearbeiten* kann die Zusammensetzung der zugehörigen Lastkombination bestimmt werden.

Im sich dann öffnenden Fenster zeigt sich eine Liste aller inneren (Boden und Wasser) und **äußeren Lasten**, die aktuell angelegt sind.

Damit ein Lastbild Teil der Lastkombination wird, ist der **Haken** in der ersten Spalte zu setzen.

Über den **Faktor** in der letzten Spalte kann die Wichtigung des Lastbilds in der Lastkombination festgelegt werden.

 Lastkombination 2: Lastkombination2 ✕

Zusammenstellung der Lastkombination durch Auswahl von Lastbildern und Vorgabe eines Faktors

		Bezeichnung	Faktor
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Boden	1.00
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Wasser	1.00
3	<input checked="" type="checkbox"/>	Flächenlast1	1.00
4	<input checked="" type="checkbox"/>	Flächenlast2	1.00
5	<input type="checkbox"/>	Streifenlast1	1.00
6	<input type="checkbox"/>	Blocklast1	1.00
7	<input type="checkbox"/>	Linienlast1	1.00
8	<input type="checkbox"/>	Linienlast2	1.00

Druckdokument

Bei jeder Berechnung erstellt das Programm ein Druckdokument, das über den DTE[®]-Viewer am Bildschirm

eingesehen oder über den DTE[®]-Druckmanager an ein Ausgabegerät gesendet werden kann.
Im Druckdokument werden alle rechenrelevanten Parameter protokolliert.

Die Ergebnisse setzen sich immer aus einer grafischen Darstellung über die Höhe der Wand und einer tabellarischen Aufstellung zusammen.

Am Ende des Druckdokuments steht der Abschnitt **Zusammenfassung**.

Die Ausgabe beginnt mit dem **Systemprotokoll**, das Angaben zu den **Grundeinstellungen** und dem **System** (Wand, Boden und Grundwasser) enthält.

Erddruckermittlung

Nach DIN 4084:2017-08 und zugehörigen Normen

Berechnung des erhöhten aktiven Erddruckes mit Verdichtung

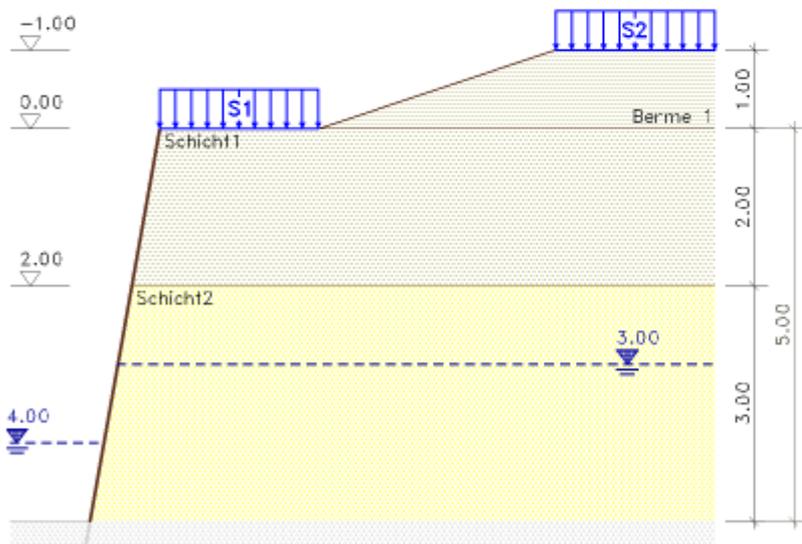
Für eine **wenig nachgiebige** Stützkonstruktion

Anteil aktiver Erddruck 75%

Anteil Erdruhedruck 25%

1. System

Maßstab 1:100



Wandneigung

Kontaktfläche zum Erdkörper geneigt mit $\alpha = -10,00^\circ$

Wandreibung

Für eine **raue** Wandoberfläche, mit einem Wandreibungswinkel $\delta = 2/3 \cdot \varphi'_k$

Oberfläche

gebrochener Verlauf

Berme	x m	a m	l m	h m	β °	γ kN/m ³
1	0,00	2,00	3,00	1,00	18,4	18,00

a - Abstand l - Länge h - Höhe β - Neigungswinkel γ - Wichte

Grundwasser

Vor der Wand bei $z_{W,links} = 4,00$ m

Hinter der Wand bei $z_{W,rechts} = 3,00$ m

Kohäsion

Kohäsion wird voll berücksichtigt

Rechnerische Zugspannungen aus Kohäsion werden **nicht angesetzt**

Mindesterdruddruck wird in allen bindigen Schichten überprüft

Bodenschichten

Schicht	Bezeichnung	Bodenart	d	γ	γ'	φ'	c'
---------	-------------	----------	---	----------	-----------	------------	------

			m	kN/m ³	kN/m ³	°	kN/m ²
1	Schicht1	bindig	2.00	18.00	9.00	25.00	5.00
2	Schicht2	nichtbindig	---	20.00	11.00	30.00	---

d - Schichtdicke γ - Wichte γ' - Wichte unter Auftrieb φ' - innerer Reibungswinkel des drainierten Bodens
 c' - Kohäsion des drainierten Bodens

Verdichtung

Intensive Verdichtung mit einer Breite des zu verfüllenden Raums von B = 1.00 m

Anteil nachgiebig (75 %) $e_{vh} = 25.0 \text{ kN/m}^2$ bis zur Einflusstiefe von $z_a = 2.00 \text{ m}$

Anteil unnachgiebig (25 %) $e_{vh} = 40.0 \text{ kN/m}^2$

Darauf folgt das Protokoll der **Belastung** mit tabellarischer Auflistung aller **Lastbilder** und **Lastkombinationen**.

2. Belastung

p - Lastordinate a - Abstand Wandkopf l - Länge ⊥ zur Wand

2.1. Streifenlasten

Nr.	Bezeichnung	p*	a	l	Einleitung	Erddruckverteilung
			m	m	m	
S1	Streifenlast1	20.00 kN/m ²	0.00	2.00	Oberfläche	DIN 4085 1)
S2	Streifenlast2	20.00 kN/m ²	5.00	2.00	Oberfläche	DIN 4085 1)

1) entspr. [1], Tabelle C.2 (Form abhängig von Wandbewegung)

2.2. Lastkombinationen

Aus Eigenlast des Bodens (G), Wasserdruck (W) und den äußeren Flächen-(F), Streifen-(S), Linien-(L) oder Blocklasten (B)

LK	Bezeichnung	Faktorisierung
1	Lastkollektiv1	1.35 · G+W+1.5 · (S1+S2)

Die Ergebnisse beginnen mit den Erddrücken infolge Eigenlast des Systems aus Boden, Kohäsion und Wasser. Eventuelle Effekte aus Umlagerung oder Verdichtung werden hier ebenfalls angezeigt.

In der grafischen Darstellung des aktiven Erddrucks infolge Boden sind Bereiche, für die Mindesterddruck maßgebend ist, mit einem "M" gekennzeichnet. Die zugehörigen Erddruckordinaten in der Tabelle sind mit einem * versehen.

Die Tabelle für den Erddruck aus Bodeneigenlast enthält die Erddruckbeiwerte für die Horizontalkomponente.

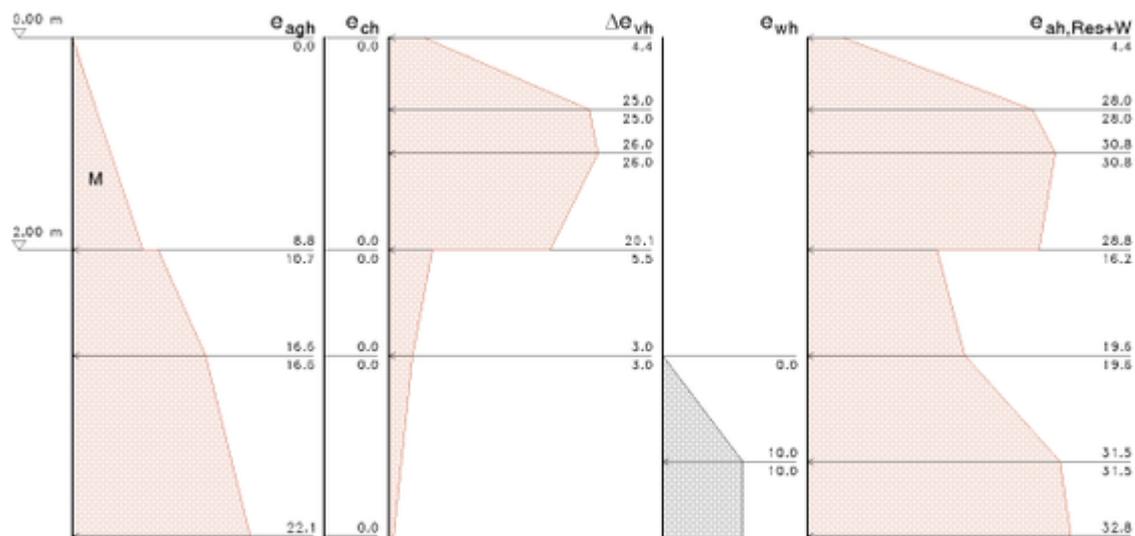
Jede Zeile der Tabelle zeigt die Ergebnisse an einer relevanten Höhenkote. Im Fall eines Versprungs im Erddruckverlauf werden für die entsprechende Höhenkote zwei Zeilen ausgegeben.

Am Fuß jeder Tabelle werden die resultierende Erddruckkraft und der Angriffspunkt des Erddruckverlaufs ausgegeben.

3. Aktiver Erddruck

3.1. Aus Bodeneigenlast

e_{agh} horiz. Erddruck infolge Bodengewicht
 e_{ch} horiz. Entlastung infolge Kohäsion
 Δe_{vh} horiz. Erddruckerhöhung infolge Verdichtung
 e_{wh} horiz. Wasserdruck
 $e_{ah,Res+W}$ resultierender horiz. Erd- und Wasserdruck



**Boden**

$\Sigma(\gamma \cdot h)$	Summe Bodengewicht in der betrachteten Tiefe
$\Sigma(\gamma \cdot h)_{ca1}$	Summe Bodengewicht in der betrachteten Tiefe zuzüglich Böschungseinfluß
K_{agh}	Erddruckbeiwert entspr. [1] Abschn. 6.2.1, Gl.(7) (Ansatz nach Müller-Breslau)
K_{0gh}	Erdruehdruckbeiwert entspr. [2] Abschn. 6.4.1, Gl.(52)
$K_{gh,ca1}$	rechn. Erddruckbeiwert entspr. Aktiv- und Ruhedruckanteil
c_{ca1}	rechn. wirksame Kohäsion
K_{ach}	Erddruckbeiwert infolge Kohäsion entspr. [1] Abschn. 6.2.1, Gl.(10)
$K_{agh,min}$	Erddruckbeiwert zur Berücksichtigung des Mindesterddruckes nach [1] Abschn. 6.2.5
e_{ah}/e_{av}	horiz. und vertikale Erddruckordinate
e_{ares}	res. Erddruckordinate aus horizontal und vertikal Anteil

Z m	$\Sigma(\gamma \cdot h)$ kN/m ²	$\Sigma(\gamma \cdot h)_{ca1}$ kN/m ²	K_{agh} -	K_{0gh} -	$K_{gh,ca1}$ -	c_{ca1} kN/m ²	K_{ach} -	$K_{agh,min}$ -	e_{ah} kN/m ²	e_{av} kN/m ²	e_{ares} kN/m ²
0.00	0.00	0.00	0.293	0.577	0.364	5.00	0.885	0.133	0.00*	0.00*	0.00*
2.00	72.00	72.00	0.293	0.577	0.364	5.00	0.885	0.133	8.78*	1.68*	8.94*
2.00	36.00	36.00	0.228	0.500	0.296	---	---	---	10.66	1.88	10.83
3.00	56.00	56.00	0.228	0.500	0.296	---	---	---	16.58	2.92	16.84
4.70	74.71	74.71	0.228	0.500	0.296	---	---	---	22.12	3.90	22.47
4.70	74.71	61.96	0.300	0.529	0.357	---	---	---	22.12	3.90	22.47
5.00	78.68	65.25	0.300	0.529	0.357	---	---	---	23.30	4.11	23.66

* Mindesterddruck maßgebend

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	$E_h = 62.12$ kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	$E_v = 11.09$ kN/m
Erddruckkraft	$E = 63.10$ kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	$z_E = 3.34$ m

Erhöhung infolge Verdichtung

Entsprechend [1], Abschnitt 11

Z m	e_{ah} kN/m ²	e_{av} kN/m ²	e_{ares} kN/m ²	Z m	e_{ah} kN/m ²	e_{av} kN/m ²	e_{ares} kN/m ²
0.00	4.43	0.52	4.46	2.00	5.50	0.97	5.58
0.68	24.96	2.92	25.13	3.00	3.00	0.53	3.05
1.09	26.03	3.04	26.21	5.00	0.25	0.04	0.25
2.00	20.06	2.34	20.20				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	$E_h = 48.90$ kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	$E_v = 6.16$ kN/m
Erddruckkraft	$E = 49.29$ kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	$z_E = 1.39$ m

Wasserdruck e_w Wasserdruckordinate

Z m	e_w kN/m ²
3.00	0.00
4.00	10.00
5.00	10.00

Horizontale Wasserdruckkraft	$E_h = 15.00$ kN/m
Angriffspunkt der Wasserdruckkraft	$z_E = 4.17$ m

Resultierender Erddruck aus Boden inkl. Wasserdruck

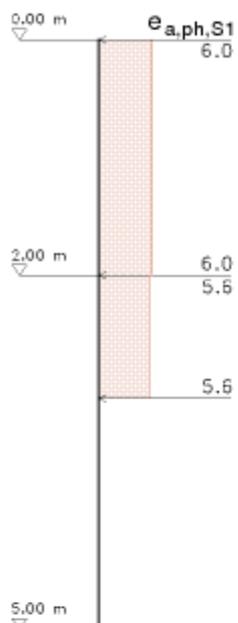
Z m	e_{ah} kN/m ²	e_{av} kN/m ²	e_{ares} kN/m ²	Z m	e_{ah} kN/m ²	e_{av} kN/m ²	e_{ares} kN/m ²
0.00	4.43	0.52	4.46	3.00	19.58	3.45	19.89
0.68	27.95	3.49	28.17	4.00	31.47	3.78	31.69
1.09	30.82	3.96	31.07	4.70	32.79	4.02	33.03
2.00	28.84	4.03	29.12	5.00	33.55	4.15	33.80
2.00	16.16	2.85	16.41				

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft	$E_h = 126.02$ kN/m
Vertikaler Anteil der Erddruckkraft	$E_v = 17.25$ kN/m
Erddruckkraft	$E = 127.19$ kN/m
Angriffspunkt der Erddruckkraft	$z_E = 2.69$ m

Im Folgenden werden für jedes Lastbild aus **äußeren Lasten** die Erddrücke grafisch und tabellarisch dargestellt. Die Tabelle enthält die Erddruckbeiwerte für die Horizontalkomponente.

3.2. Aus äußeren Lasten

$e_{a,ph,S1}$ horiz. Erddruck aus Streifenlast1
 $e_{a,ph,S2}$ horiz. Erddruck aus Streifenlast2



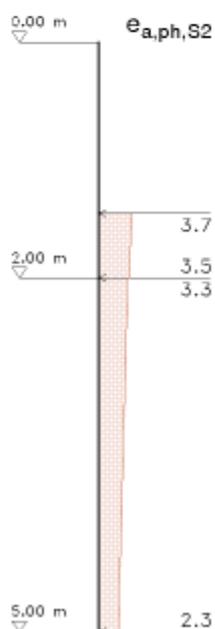
S1: Streifenlast1

Erddruckverteilung: entspr. [1], Tabelle C.2

$p(z)$ Wirksamer Anteil Auflast in der betrachteten Tiefe
 K_{aph} Erddruckbeiwert entspr. [1] Abschn. 6.2.6, Gl.(15)
 K_{0ph} Erdruhedruckbeiwert entspr. [2] Abschn. 6.4.3, Gl.(61)
 $K_{ph,ca1}$ rechn. Erddruckbeiwert entspr. Aktiv- und Ruhedruckanteil
 e_{ah}/e_{av} horiz. und vertikale Erddruckordinate
 e_{ares} res. Erddruckordinate aus horizontaler und vertikaler Anteil

z m	$p(z)$ kN/m ²	K_{aph} -	K_{0ph} -	$K_{ph,ca1}$ -	e_{ah} kN/m ²	e_{av} kN/m ²	e_{ares} kN/m ²
0.00	13.14	0.367	0.722	0.456	5.99	0.70	6.03
2.00	13.14	0.367	0.722	0.456	5.99	0.70	6.03
2.00	13.14	0.330	0.723	0.428	5.63	0.99	5.71
3.04	13.14	0.330	0.723	0.428	5.63	0.99	5.71

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft $E_h = 17.84$ kN/m
 Vertikaler Anteil der Erddruckkraft $E_v = 2.43$ kN/m
 Erddruckkraft $E = 18.01$ kN/m
 Angriffspunkt der Erddruckkraft $z_E = 1.50$ m



S2: Streifenlast2

Erddruckverteilung: entspr. [1], Tabelle C.2

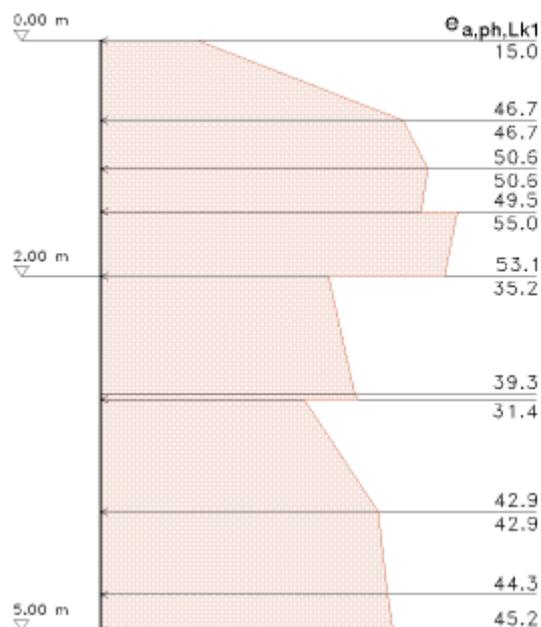
K_{aph} Erddruckbeiwert entspr. [1] Abschn. 6.2.6, Gl.(15)

z m	$p(z)$ kN/m ²	K_{aph} -	K_{0ph} -	$K_{ph,ca1}$ -	e_{ah} kN/m ²	e_{av} kN/m ²	e_{ares} kN/m ²
1.45	8.08	0.367	0.722	0.456	3.68	0.43	3.71
2.00	7.65	0.367	0.722	0.456	3.48	0.41	3.51
2.00	7.65	0.330	0.723	0.428	3.27	0.58	3.32
5.00	5.27	0.330	0.723	0.428	2.25	0.40	2.29

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft $E_h = 10.26$ kN/m
 Vertikaler Anteil der Erddruckkraft $E_v = 1.69$ kN/m
 Erddruckkraft $E = 10.40$ kN/m
 Angriffspunkt der Erddruckkraft $z_E = 3.08$ m

Im letzten Abschnitt werden die Ergebnisse infolge der **Lastkombinationen** dargestellt.

3.3. Infolge Lastkombinationen



LK 1: $1.35 \cdot G+W+1.5 \cdot (S1+S2)$

z m	e_{ah} kN/m ²	e_{av} kN/m ²	e_{ares} kN/m ²
0.00	14.96	1.75	15.06
0.68	46.71	5.76	47.07
1.09	50.58	6.39	50.98
1.45	49.53	6.43	49.94
1.45	55.05	7.08	55.50
2.00	53.15	7.10	53.62
2.00	35.16	6.20	35.71
3.00	39.28	6.93	39.88
3.04	39.80	6.94	40.40
3.04	31.36	5.45	31.83
4.00	42.87	5.80	43.26
4.70	44.29	6.05	44.70
5.00	45.17	6.20	45.59

Horizontaler Anteil der Erddruckkraft $E_H = 207.02$ kN/m
 Vertikaler Anteil der Erddruckkraft $E_V = 29.47$ kN/m
 Erddruckkraft $E = 209.11$ kN/m
 Angriffspunkt der Erddruckkraft $z_E = 2.52$ m

Den Abschluss der Druckliste bildet eine **Zusammenfassung** mit dem Überblick über die resultierenden Erddruckkräfte von allen berechneten Lastbildern und Lastkombinationen.

4. Zusammenfassung

Erddruckart	Erddruckkraft			
	E_H kN/m	E_V kN/m	E kN/m	z_E m
Boden	62.12	11.09	63.10	3.34
Erhöhung infolge Verdichtung	48.90	6.16	49.29	1.39
Wasserdruck	15.00	0.00	15.00	4.17
Res. Erddruck aus Boden + Wasserdruck	126.02	17.25	127.19	2.69
Streifenlast1	17.84	2.43	18.01	1.50
Streifenlast2	10.26	1.69	10.40	3.08
LK 1: $1.35 \cdot G+W+1.5 \cdot (S1+S2)$	207.02	29.47	209.11	2.52

zur Hauptseite [4H-EDRU](#), Erddruckermittlung



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