

Baugrund
Berechnung des Erddrucks
Berechnungsgrundlagen

DIN
4085

Subsoil; analysis of earth-pressure, basic principles for calculation

Ersatz für Ausgabe 08.82

Terrain de fondation; calcul des poussées et butées des sols; bases de calcul

Diese Norm entstand in mehrjährigen Beratungen eines gemeinsamen Ausschusses der Arbeitsgruppe Baugrund des Normenausschusses Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. und der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V.

Erläuterungen siehe Beiblatt 1 zu DIN 4085 (Ausgabe Februar 1987).

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	5.7 Linienlast und Einzellast auf ebener Geländeoberfläche	6
2 Zweck	1	5.8 Ungleichmäßige Auflast und unebene Geländeoberfläche	6
3 Begriffe	1	5.9 Winkelstützwände	6
4 Unterlagen	2	5.10 Erddruck bei wassergesättigten, nicht konsolidierten, weichen, bindigen Böden	6
5 Ermittlung des Erddrucks	2	5.11 Ansatz des Wasserüberdrucks und des Strömungsdrucks	9
5.1 Grundlagen	2	5.12 Dynamische Einflüsse auf den Erddruck	9
5.2 Grenzwerte des Erddrucks	4	5.13 Räumlicher aktiver und passiver Erddruck	9
5.3 Zwischenwerte des Erddrucks	5	6 Sicherheiten	10
5.4 Wahl der Bodenkenngrößen	6	Zitierte Normen und andere Unterlagen	10
5.5 Gleichmäßig verteilte Auflast auf ebener Geländeoberfläche	6		
5.6 Schichtwechsel und Grundwasser	6		

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Berechnung des Erddrucks auf in sich starre Stützwände und Widerlager sowie Winkelstützwände. Ihre Erddruckansätze beziehen sich auf den ebenen und räumlichen Fall. Die Norm enthält Verfahren zur Ermittlung des aktiven und des passiven Erddrucks sowie die zwischen diesen Grenzwerten liegenden Erddrücke.

Für biegsame Bauwerke müssen die ermittelten Erddrucklasten entsprechend den Durchbiegungen verteilt werden.

Die Norm gilt nicht für bergmännisch aufgefahrene Tunnel und Senkkästen.

2 Zweck

Die Norm hat den Zweck, die Berechnung des Erddrucks auf einheitlicher Grundlage zu ermöglichen. Die Norm gibt an, in welchen Fällen der Grenzwert des aktiven und passiven Erddrucks oder ein zwischen diesen Grenzen liegender Erddruck anzusetzen ist. Hierzu sind vereinfachende Annahmen notwendig.

Die genannten Berechnungsverfahren sind als Empfehlungen zu betrachten. Andere Verfahren sind zulässig.

3 Begriffe

3.1 Erddruck

Erddruck werden diejenigen Spannungen genannt, die in den Berührungsflächen zwischen den Stützwänden oder Wider-

lagern und dem angrenzenden Boden mit Ausnahme der Sohlfäche wirken. Solche Berührungsflächen werden in dieser Norm als Wände bezeichnet.

Unter dem Oberbegriff Erddruck werden der aktive Erddruck, der passive Erddruck (Erdrückdruck) und der Erdrückdruck sowie alle Zwischenwerte zusammengefaßt.

Die Resultierende des Erddrucks ist die Erddrucklast.

Die sich aus der Verteilung ergebenden Erddruckordinaten werden mit e bezeichnet.

3.2 Aktiver Erddruck

Der aktive Erddruck ist der kleinste Erddruck, der sich infolge von Bodeneigenlast und Auflasten hinter einer Wand einstellt, wenn sich diese im erforderlichen Maße vom Erdrück weg bewegt (positiver Drehsinn). Er ergibt sich aus einer rechnerischen oder graphischen Untersuchung verschiedener Gleitflächen unter Berücksichtigung der Bodenkenngrößen nach Abschnitt 5.4 als oberer Grenzwert.

3.3 Erhöhter aktiver Erddruck

Der erhöhte aktive Erddruck ist der Erddruck, der wegen nicht ausreichender Wandbewegung größer als der aktive Erddruck, aber kleiner als der Erdrückdruck ist.

3.4 Erdrückdruck

Der Erdrückdruck (im Sinne dieser Norm keine Wandbewegung) ist der im ungestörten gewachsenen Boden auf eine gedachte senkrechte Wand wirkende Erddruck infolge von Bodeneigenlast und Auflasten.

Fortsetzung Seite 2 bis 10

Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

3.5 Passiver Erddruck (Erdrwiderstand)

Der passive Erddruck (Erdrwiderstand) ist der größte Erddruck, der sich infolge von Bodeneigenlast und Auflasten vor einer Wand einstellt, wenn sich diese im erforderlichen Maße gegen das Erdreich bewegt (negativer Drehsinn). Er ergibt sich aus einer rechnerischen oder graphischen Untersuchung verschiedener Gleitflächen unter Berücksichtigung der Bodenkenngößen nach Abschnitt 5.4 als unterer Grenzwert.

3.6 Verminderter passiver Erddruck

Der verminderte passive Erddruck ist ein Erddruck, der bei nicht ausreichender Wandbewegung kleiner als der passive Erddruck, aber größer als der Erdruhedruck ist.

3.7 Verdichtungserddruck

Der Verdichtungserddruck ist der Erddruck, der sich hinter einer Wand einstellt, wenn eine Schüttung aus nichtbindigem oder bindigem Boden lagenweise eingebracht und verdichtet wird.

Anmerkung: Der Verdichtungserddruck wird nicht mit der Auflast aus Verkehr überlagert.

3.8 Wandreibungswinkel

Der Wandreibungswinkel δ ist der Richtungswinkel zwischen der angreifenden Erddrucklast und der Flächennormalen auf die belastete Wand.

3.9 Grundformen der Wandbewegungen

Die Wandbewegungen werden nach der Lage des Drehpunktes (siehe Bild 1) unterschieden in die Grundformen:

- Drehung um den Fußpunkt
- parallele Bewegung (Drehpunkt liegt im Unendlichen)
- Drehung um den Kopfpunkt.

Diese Grundformen sind theoretische Grenzfälle, die in der Praxis nur in kombinierter Form vorkommen. Die Lage des Drehpunktes ist für Erddruckverteilung entscheidend.

3.10 Vorzeichenregeln zur Berechnung des aktiven und passiven Erddrucks

Die Vorzeichenregeln zur Berechnung des aktiven und passiven Erddrucks sind im Bild 2 festgelegt.

4 Unterlagen

Für die Ermittlung des Erddrucks müssen die folgenden Unterlagen vorhanden sein:

- a) Angaben über die Art und die Maße des Bauwerks sowie über die jeweiligen in Betracht kommenden Lasten.
- b) Die Kenngrößen des Bodens (Rechenwerte, siehe Abschnitt 5.4), insbesondere die Scherparameter der anstehenden Bodenarten.
- c) Die Wasserstände vor und hinter dem Bauwerk.

5 Ermittlung der Erddrucks

5.1 Grundlagen

5.1.1 Allgemeines

Die Ermittlung des aktiven und passiven Erddrucks enthält gemeinsame Grundlagen. Die im Abschnitt 5.2 angegebenen Formeln der aktiven und passiven Erddrucklast beruhen auf dem Grenzwertverfahren nach Coulomb und setzen folgendes voraus:

In sich starre Wand, ebene Gleitflächen, vorgegebene Richtung des Erddrucks durch den Wandreibungswinkel und Drehung der Wand um ihren Fußpunkt oder einen tieferliegenden Punkt beim aktiven Erddruck bzw. Parallelverschiebung beim passiven Erddruck.

Der Erddruck hängt von der Wichte und den Scherparametern des Bodens und damit im allgemeinen Fall vom Reibungswinkel und der Kohäsion ab. Nur in Sonderfällen ist bei neu belasteten, wassergesättigten, weichen, bindigen Böden ein Porenwasserdruck wirksam. Dieser wird entweder zusammen mit der Kohäsion und dem Reibungswinkel des dränierten Bodens oder als Kohäsion des undränierten Bodens berücksichtigt. Weiche bindige Böden haben eine Konsistenzzahl $I_C \leq 0,75$.

Maßgebend ist diejenige Gleitfläche, für welche die Gesamterddrucklast am größten ist. Näherungsweise kann für die Ermittlung der Erddruckanteile aus Bodeneigenlast (siehe Abschnitt 5.2.2.1), gleichmäßig verteilter Auflast (siehe Abschnitt 5.5) und Porenwasserdruck (siehe Abschnitt 5.10) die Gleitfläche für Bodeneigenlast allein angesetzt werden, für die Ermittlung des Erddruckanteils aus Kohäsion (siehe Abschnitt 5.2.2.2) eine andere, auf der sicheren Seite liegende Gleitfläche.

Die in Abschnitt 5.3.1 zur Ermittlung des Erdruhedrucks angegebenen Formeln beruhen auf Spannungsverteilungen im Boden, die ein unverschiebliches Bauwerk voraussetzen.

5.1.2 Ansatz des Wandreibungswinkels

Der Wandreibungswinkel δ zwischen Hinterfüllung oder Schüttgütern und Wand ist von der Rauigkeit der Wand, von der Neigung des Geländes hinter der Wand, von Art und Lagerung bzw. Konsistenz des Hinterfüllungsbodens sowie von der Bewegungsmöglichkeit zwischen Wand und Hinterfüllung abhängig. Er muß für ebene Gleitflächen kleiner angesetzt werden als für gekrümmte oder gebrochene Gleitflächen, da anderenfalls mit ebenen Gleitflächen auf der unsicheren Seite liegende aktive und passive Erddruckbeiwerte ermittelt werden. Näherungsweise darf in Abhängigkeit von der Rauigkeit der Wandrückseite bzw. bei einer überwiegenden Verzahnung der Wandrückseite mit dem Boden (z.B. Pfahlwände, Spundwände) mit den Wandreibungswinkeln nach Tabelle 1 als Grenzwerte gerechnet werden. Bei der Ermittlung des Erddrucks im Fall eines nicht konsolidierten, weichen, bindigen Bodens darf an Stelle einer Wandreibung eine Adhäsion $c_a = 0,5 c_u$ angesetzt werden (c_u Kohäsion des undränierten Bodens).

Tabelle 1. Maximale Wandreibungswinkel

Wandbeschaffenheit	ebene Gleitfläche	gekrümmte Gleitfläche
verzahnt	$\delta = \frac{2}{3} \text{ cal } \varphi'$	$\delta = \text{cal } \varphi'$
rauh	$\delta = \frac{2}{3} \text{ cal } \varphi'$	$27,5^\circ \geq \delta \leq \text{cal } \varphi' - 2,5^\circ$
weniger rau	$\delta = \frac{1}{3} \text{ cal } \varphi'$	$\delta = \frac{1}{2} \text{ cal } \varphi'$
glatt	$\delta = 0$	$\delta = 0$
cal φ' Reibungswinkel (Rechenwert) des dränierten Bodens		

Der Neigungssinn des Wandreibungswinkels ist von der zu erwartenden Bewegung zwischen Wand und Boden abhängig. Dabei muß die Aufnahme der Vertikalkomponente der Erddrucklasten durch das Bauwerk sichergestellt sein.

5.1.3 Annahme der Gleitfläche

Die im Abschnitt 5.2 angegebenen Formeln auf der Grundlage ebener Gleitflächen gelten nur, sofern folgende Bedingungen erfüllt sind:

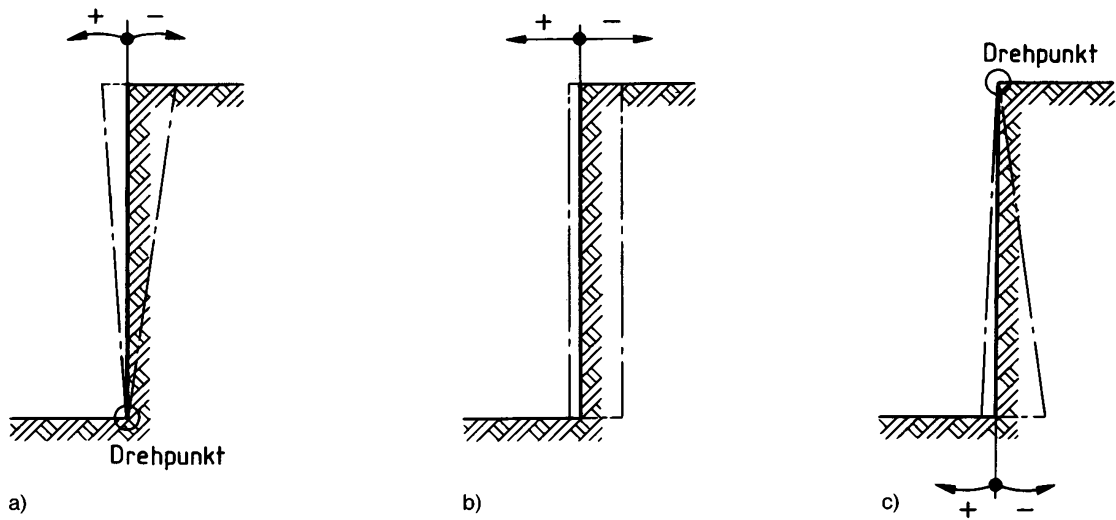
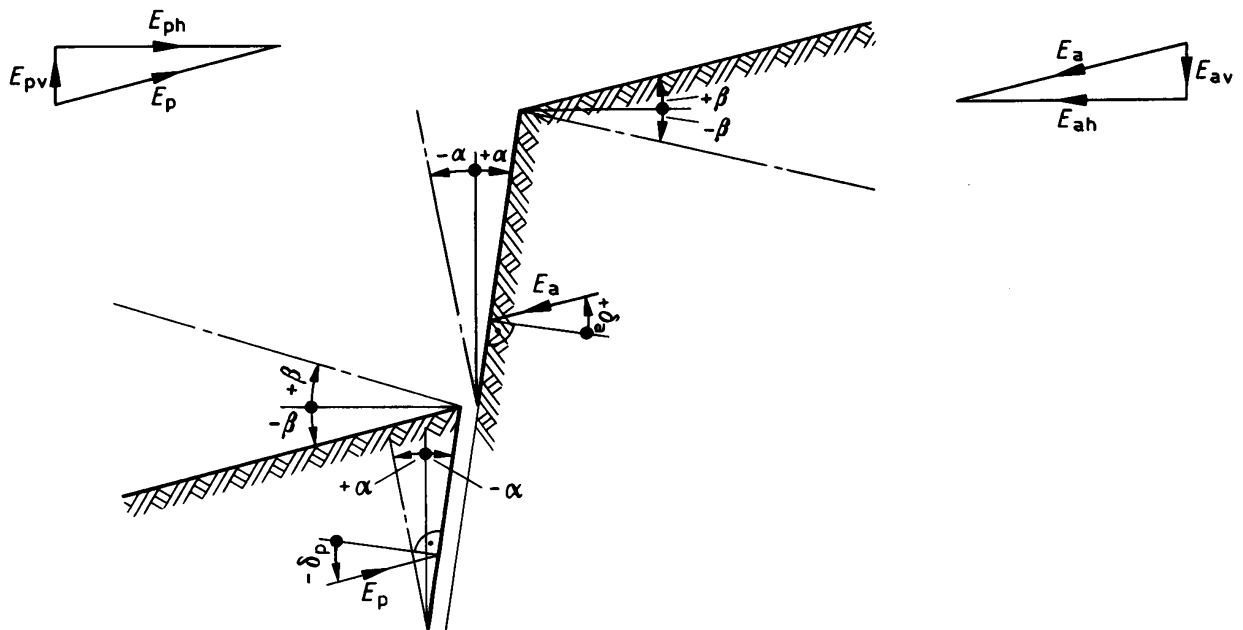


Bild 1. Grundformen der Wandbewegungen mit Drehsinn (+ aktiver Erddruck; - passiver Erddruck)

- a) Drehung um Fußpunkt
- b) Parallele Bewegung (Drehpunkt liegt im Unendlichen)
- c) Drehung um Kopfpunkt



- α Neigungswinkel der Wand
- β Neigungswinkel der Geländeoberfläche
- δ Wandreibungswinkel

Bild 2. Vorzeichenregel für die Berechnung des aktiven und passiven Erddrucks

- a) Die für die aktive Erddrucklast angegebenen Formeln sind anwendbar bei Wandreibungswinkeln $\delta_a \geq 0^\circ$ für Neigungswinkel der Wand:

$$\begin{aligned}
 &+20^\circ \geq \alpha > +10^\circ \text{ für } 0 \leq \beta \leq \text{cal } \varphi' \text{ und} \\
 &+10^\circ \geq \alpha \geq \alpha_{\min} \text{ für } -\text{cal } \varphi' \leq \beta \leq \text{cal } \varphi'
 \end{aligned}$$

bei Wandreibungswinkeln $\delta_a < 0^\circ$ für Neigungswinkel der Wand:

$$+20^\circ \geq \alpha \geq \alpha_{\min} \text{ für } -\text{cal } \varphi' \leq \beta \leq \frac{2}{3} \text{cal } \varphi'$$

Der Grenzwinkel $\alpha_{\min}$ ergibt sich aus folgender Formel:

$$\tan \alpha_{\min} = - \frac{\cos(\text{cal } \varphi')}{\sin(\text{cal } \varphi') + \sqrt{\frac{\sin(\text{cal } \varphi' + \beta)}{\sin(\text{cal } \varphi' - \beta)}}} \quad (1)$$