

Baugrund Berechnung des Erddrucks Erläuterungen	Beiblatt 1 ZU DIN 4085
--	------------------------------

Subsoil; analysis of earth-pressure; comments

Ersatz für Ausgabe 11.82

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

Dieses Beiblatt enthält Informationen zu DIN 4085,
jedoch keine zusätzlichen genormten Festlegungen.

Diese Erläuterungen beziehen sich auf die Ausgabe Februar 1987 der Norm DIN 4085. Sie dienen dazu, etwaige Zweifelsfälle bei der Auslegung der Norm möglichst auszuschließen. Sie wurden von Herrn Dipl.-Ing. Riemer, Hamburg, unter Benutzung der vom Arbeitsausschuß „Berechnungsverfahren“ des NABau Fachbereichs „Baugrund“ und der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. gegebenen Anregungen der einzelnen Mitarbeiter aufgestellt.

Zu Abschnitt 1 Anwendungsbereich

Als in sich starre Bauwerke gelten z. B. solche mit Verformungsgrößen $\leq 0,0002$ der Bauwerkshöhe. Bei oben und unten gestützten biegsamen Wänden, wie z. B. bei verankerten Spundwänden, treten Erddruckumlagerungen auf, die kleinere Biegemomente ergeben. Die Berechnungen hierfür können nach [1] [2] durchgeführt werden.

DIN 1055 Teil 2, Ausgabe Februar 1976, enthält auch allgemeine Angaben über den Wandreibungswinkel, den aktiven Erddruck, den erhöhten Erddruck, den Erdruhedruck und den Verdichtungserddruck und gibt Hinweise zur Wahl des Erddruckansatzes. Bei der Aufstellung von DIN 1055 Teil 2 wurde davon ausgegangen, daß der aktive Erddruck eine Bauwerksbelastung ist und daher in die Normen für „Lastnahmen für Bauten“ aufzunehmen ist, zumal eine eigene Erddruck-Norm zum damaligen Zeitpunkt noch nicht bestand (siehe DIN 1055 Teil 2, Ausgabe Februar 1976, Erläuterungen zu Abschnitt 9).

Zu Abschnitt 3 Begriffe

Zu Abschnitt 3.1

Jeder Boden bzw. jede Verfüllung hinter einem Bauwerk übt einen Druck in senkrechter und seitlicher Richtung aus. Der senkrechte Druck (Bodeneigenlast) ist das Produkt aus Wichte des Bodens und der lotrechten Entfernung zwischen Bodenteilchen und Geländeoberfläche. Der seitliche Druck ist die Spannung, die in der Berührungsfläche zwischen dem Grundbauwerk und dem angrenzenden Boden wirkt und wird Erddruck genannt.

Die Kenntnis der Größe und Verteilung der Erddrucklast und ihrer Richtung (Wandreibungswinkel) sind für die Bemessung der Bauwerke und den Nachweis ihrer Standsicherheit erforderlich.

Die Spannungen in der Sohlfläche eines Bauwerks sind ebenfalls abhängig von der Größe, Richtung und Lage der resultierenden Belastung und den Abmessungen und der Einbindetiefe des Bauwerksfundaments. Hierfür sind andere Normen wie DIN 1054, DIN 4017 Teil 1 und Teil 2 und DIN 4018 maßgebend.

Zu Abschnitt 3.2 bis 3.6

Die Größe des Erddrucks ist vom Drehsinn und von der Bewegungsgröße der Wand abhängig. Der auf eine in sich starre, unverschiebliche Wand im ungestörten Erdreich wirkende Erddruck ist der Erdruhedruck. Bewegt sich die Wand vom Erdreich weg (positiver Drehsinn), so fällt der Erddruck ab, bis er ein Minimum erreicht. Dieser Kleinstwert wird aktiver Erddruck genannt. Der Größtwert des Erddrucks ergibt sich, wenn die Wandbewegung gegen das Erdreich verläuft (negativer Drehsinn). Dieser Wert heißt passiver Erddruck oder auch Erdwiderstand (siehe Bild 1).

Das Diagramm der passiven Erddrucklast kann für die angenäherte Ermittlung des waagerechten Bettungsmoduls k_h verwendet werden (--- Linie in Bild 1). Hierzu muß auch die Erddruckverteilung abhängig von der Wandbewegung bekannt sein (siehe auch Abschnitt 5.1.5).

Zu Abschnitt 3.9

Für jeden gegebenen Drehpunkt der Wand gibt es im Erdreich eine ganz bestimmte Bruchfigur, die statisch und kinematisch möglich ist. In großen Zügen kann gesagt werden, daß für Drehpunkte unter der Wand Flächenbrüche auftreten, für Drehpunkte über der Wandmitte Linienbrüche und für Drehpunkte auf der unteren Wandhälfte kombinierte Brüche [3] (siehe Bild 2).

Zu Abschnitt 4 Unterlagen

Die vom Baugrundsachverständigen anzugebenden Kenngrößen des Baugrunds sollen Rechenwerte (Vorsatz „cal“) sein, d. h. Werte, die zwar Zu- bzw. Abschläge für die möglichen Streuungen, aber keine zusätzlichen Sicherheiten enthalten (siehe Abschnitt 5.4).

Zu Abschnitt 5 Ermittlung des Erddrucks

Zu Abschnitt 5.1

Zu Abschnitt 5.1.1

Das Gemeinsame vom aktiven und passiven Erddruck ist die Weckung von Scherspannungen innerhalb der Gleitflächen, die den Wandbewegungen jeweils entgegengesetzt sind (siehe Bild 3).

Fortsetzung Seite 2 bis 13

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

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

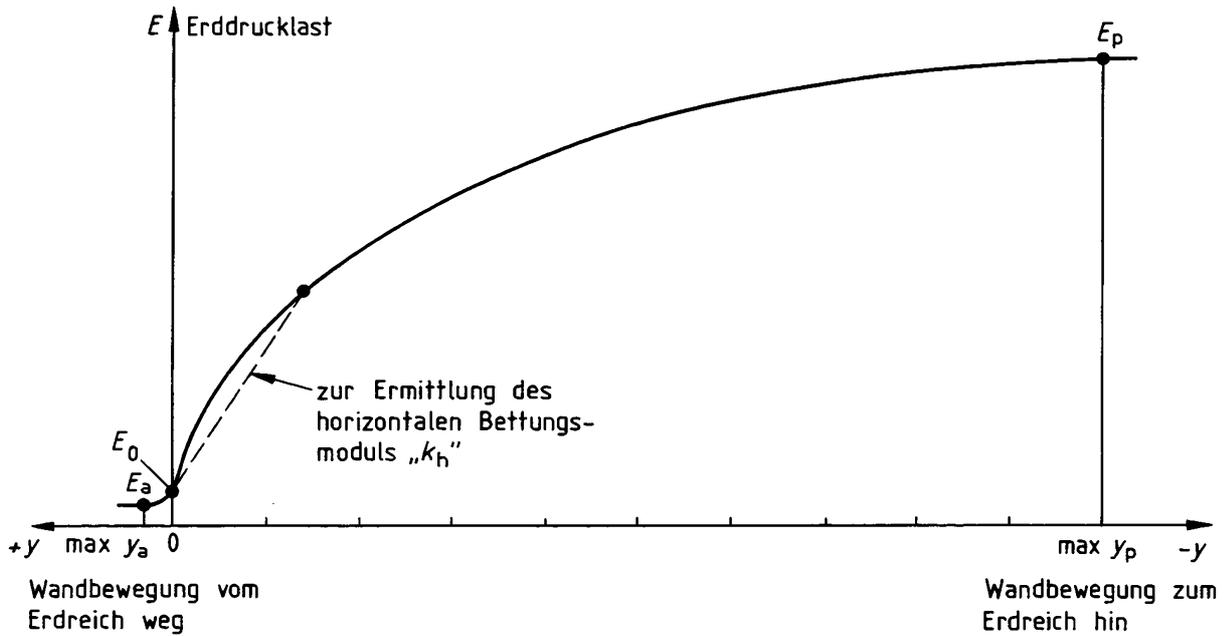


Bild 1. Zusammenhang zwischen Erddrucklast und Wandbewegung

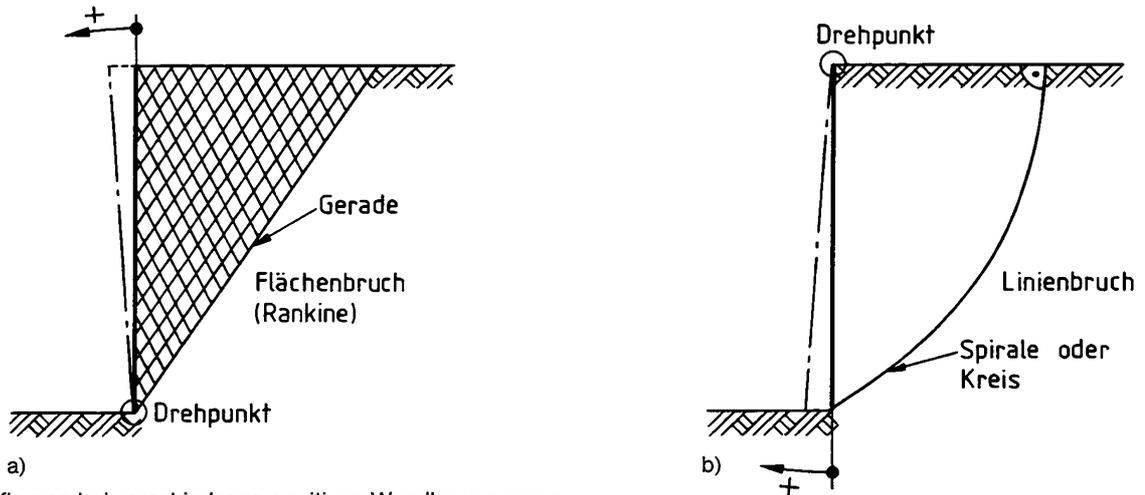


Bild 2. Bruchfiguren bei verschiedenen positiven Wandbewegungen
 a) Drehung um Fußpunkt
 b) Drehung um Kopfpunkt

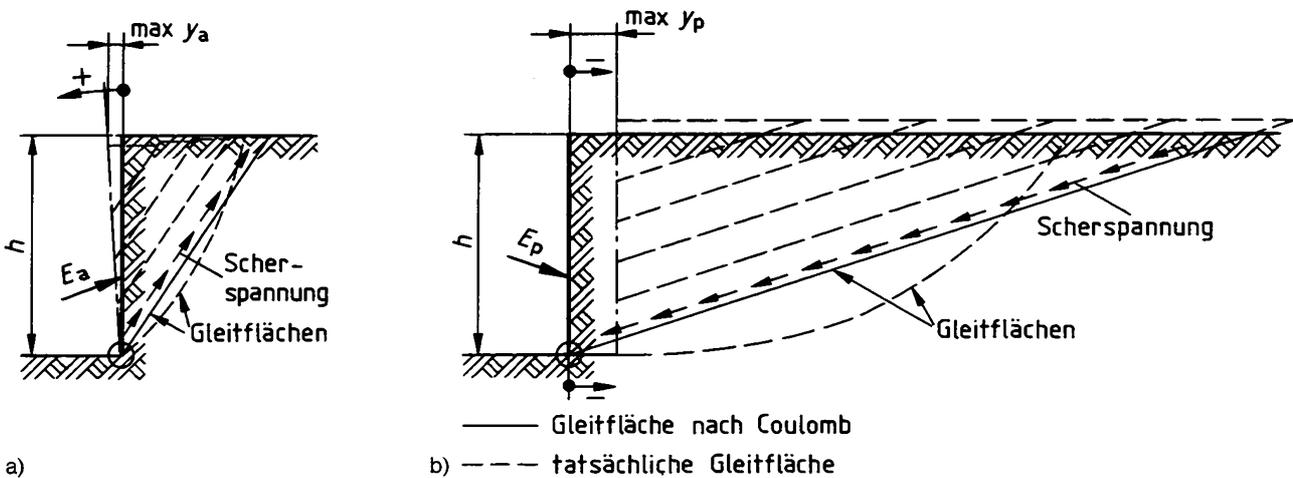


Bild 3. Scherspannungen innerhalb der Gleitflächen
 a) aktiver Erddruck
 b) passiver Erddruck

Das älteste und einfachste Verfahren zur Bestimmung des Erddrucks ist das von Coulomb. Mit der vereinfachten Annahme der ebenen Gleitflächen wird diejenige Gleitfläche gesucht, die mit der Bauwerkswand zusammen den Erdkeil einschließt, der den gesuchten Erddruckgrenzwert auf die Wand erzeugt.

Die Überlagerung der so ermittelten Erddruckanteile aus Bodeneigenlast, gleichmäßig verteilter Auflast und Porenwasserdruck mit der Gleitfläche für Bodeneigenlast und der Erddruckanteil aus Kohäsion mit der Gleitfläche nach Ohde [9] (siehe Abschnitt 5.2.2) ergibt eine auf der sicheren Seite liegende Gesamterddrucklast.

Obwohl die Erhaltung des Erdspannungszustands des ungestörten Bodens nur in seltenen Fällen möglich ist, hat der Erdruehdruck als Grenze zwischen aktivem und passivem Erddruck eine gewisse Bedeutung, vor allem für die Festlegung des erhöhten aktiven und des verminderten passiven Erddrucks (siehe Bild 1).

Zu Abschnitt 5.1.2

Der Wandreibungswinkel kann auch wesentlich durch den Bauvorgang, durch die Setzung einer Hinterfüllung, durch die Setzung des Bauwerks selbst, durch dynamische Beanspruchungen, insbesondere bei nichtbindigen Böden, beeinflusst werden. Maßgebend ist immer die Relativbewegung zwischen Wand und Boden für den Ansatz des Wandreibungswinkels bzw. die Richtung der Erddrucklast.

Zur Ermittlung des aktiven und des passiven Erddrucks kann der Wandreibungswinkel bei rauher Wandoberfläche und bei Verwendung von ebenen Gleitflächen höchstens mit zwei Dritteln des Reibungswinkels des Bodens angesetzt werden. Bei Anwendung von gekrümmten oder gebrochenen Gleitflächen darf auch ein größerer Wandreibungswinkel gewählt werden, soweit er durch Versuche oder auf andere Weise belegt wird. Bei Pfahlwänden bzw. Spundwänden ist die Wandrückseite mit dem Boden vorwiegend verzahnt. Hierbei kann der Wandreibungswinkel gleich dem Reibungswinkel des Bodens angesetzt werden. Der aktive Erddruck wirkt dabei schräg nach unten auf die Wand, sofern die Ableitung der Vertikalkomponente der aktiven Erddrucklast ohne nennenswerte Setzung in den Untergrund sichergestellt ist (siehe DIN 4085, Bild 2).

Wird dagegen das Bauwerk durch lotrechte Lastkomponenten in so großem Maße belastet, daß diese Lasten nicht allein im Fußbereich in den Untergrund abgetragen werden können, so hängt sich das Bauwerk am Boden auf. Der aktive Erddruck wirkt dann schräg nach oben auf die Wand.

Der passive Erddruck wirkt schräg nach oben auf die Wand, wenn die Aufnahme der Vertikalkomponente der passiven Erddrucklast durch das Bauwerk sichergestellt ist.

Im allgemeinen können die unbehandelten Oberflächen von Stahl, Beton und Holz als rau angesehen werden. Als „weniger rau“ sind Wandabdeckungen aus verwitterungsfesten, plastisch nicht verformbaren Kunststoffplatten, ferner Wandflächen aus sehr dichtem Beton, der hinter Schaltafeln aus gehobelten und geölten Holztafeln, aus oberflächenbehandelten Stahlfeln oder aus glatten Kunststoffplatten hergestellt wurde, sowie Schlitzwandbauwerke (kurze Standzeit des offenen Schlitzes vorausgesetzt) einzustufen. Bei stark schmieriger Hinterfüllung des Bauwerks oder bei plastischer Dichtungsschicht an der Wandhinterseite ist der Wandreibungswinkel mit Null anzunehmen. Als plastisch wird hier eine Dichtungsschicht bezeichnet, die keine Schubkräfte übertragen kann. Ein dünner Anstrich der Bauwerkswand, z. B. bei Schutz von Beton gegen aggressive Bestandteile des Bodens bzw. des Grundwassers, ist im allgemeinen nicht als plastische Schicht anzusehen.

Die Adhäsion tritt nicht nur bei rauhen, sondern auch bei glatten Wänden auf, da sich weiche, bindige Böden an diesen besonders gut festsaugen.

Zu Abschnitt 5.1.3

Der Fehler, der bei Annahme ebener Gleitflächen entsteht, ist in der Regel bei der Ermittlung der aktiven Erddrucklast gering, so daß hierfür das Coulombsche Verfahren angewendet werden kann.

Ausnahmen bilden beim aktiven Erddruck geneigte Wand- und Geländeoberflächen mit entsprechenden Wandreibungswinkeln [4]. Hierfür müssen gekrümmte oder gebrochene Gleitflächen angesetzt bzw. andere Rechenverfahren benutzt werden, z. B. nach Brinch-Hansen [3].

Beim Ansatz mit gekrümmten Gleitflächen können spiralförmige oder kreisförmige Gleitflächen verwendet werden [5] (siehe Bild 5).

Bei der Berechnung der passiven Erddrucklast kann das Coulombsche Verfahren abhängig von der Richtung der Wandreibungswinkel nur benutzt werden bei den für die entsprechenden Reibungswinkel zugehörigen Grenzen der Wand- und Geländeneigungen. In anderen Fällen ist mit gekrümmten oder gebrochenen Gleitflächen zu rechnen [33]. Dem nachfolgend angegebenen Schrifttum können teilweise Tabellenwerte für verschiedene Gleitflächen entnommen werden.

Es können auch halbgraphische Verfahren z. B. nach Ohde [12] benutzt werden.

Die ebene Gleitfläche ergibt für die passive Erddrucklast bei rauhen Wänden sehr lang gezogene Erdkeilkörper (siehe Bild 3). Die in Wirklichkeit auftretenden gekrümmten Gleitkörper sind aber wesentlich gedrungenener.

In folgender Zusammenstellung wird für verschiedene Gleitflächen Schrifttum für zum Teil tabellierte Erddruckbeiwerte angegeben für:

a) Ebene Gleitflächen (klassische Erddrucktheorie)

Krey, H: (1936)/(1981)

Erddruck, Erdwiderstand und Tragfähigkeit des Baugrunds, 5. Aufl. Berlin, Wilh. Ernst & Sohn

Ohde, J. (1938)

Zur Theorie des Erddrucks unter besonderer Berücksichtigung der Erddruckverteilung. Bautechnik 16 (1938), S. 150, 176, 241, 480, 580, 753

Müller-Breslau, H. (1947)

Erddruck auf Stützmauern, Neudruck, Stuttgart, Alfred Körner Verlag

Ohde, J. (1948–1952)

Zur Erddrucklehre, Bautechnik 25 (1948), S. 121; 26 (1949), S. 360; 27 (1950), S. 111; 28 (1951), S. 297; 29 (1952), S. 31, 219, 315

Blum, H. (1951)

Vereinfachte Ermittlung der Erddruckbeiwerte, Bautechnik 28 (1951), S. 181

Kézdi, A. (1962)

Erddrucktheorien, Berlin/Göttingen/Heidelberg, Springer Verlag

Jumikis, A. R. (1962)

Active and passive earth pressure coefficient tables. New Brunswick, New Jersey, State-University, Engineering Research Publication No. 43, Rutgers

Streck, A. (1966)

Erddruck und Erdwiderstand in Grundbau-Taschenbuch, Band 1, 2. Aufl. Berlin/München, Wilh. Ernst & Sohn, S. 276

Graßhoff, H. (1979)

Siedeck, P. und R. Floß

Handbuch Erd- und Grundbau, Teil 2,

Erdbau und Erddruck, Düsseldorf, Werner-Verlag