

Lastannahmen für Bauten

Bodenkenngrößen

Wichte, Reibungswinkel, Kohäsion, Wandreibungswinkel

DIN
1055
 Teil 2

Design loads for buildings; soil properties; unit weight, angle of friction, cohesion, wall friction

Diese Norm wurde in der Arbeitsgruppe Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB) des FNBau ausgearbeitet. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

In dieser Norm sind die von außen auf eine Baukonstruktion einwirkenden Kräfte, z. B. Gewichtskräfte, auch als Lasten bezeichnet.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Geltungsbereich	1	7 Einschränkungen bei der Anwendung der Rechenwerte	4
2 Zweck	1	8 Wandreibungswinkel	4
3 Begriffe	1	9 Hinweise zur Wahl des Erddruckansatzes	4
4 Ermittlung der Bodenkenngrößen	2	Weitere Normen und Empfehlungen	5
5 Bodenkenngrößen für nichtbindige Böden (Rechenwerte)	2	Erläuterungen	6
6 Bodenkenngrößen für bindige Böden und organische Böden (Rechenwerte)	3	Schrifttum	11

1 Geltungsbereich

1.1 Die nach dieser Norm gewählten Bodenkenngrößen gelten für die Berechnung der Standsicherheit und der Abmessungen baulicher Anlagen, die durch die Eigenlast des Bodens oder durch Erddruck belastet werden.

1.2 In schwierigen Fällen wird die Mitwirkung eines in Grundbau und Bodenmechanik erfahrenen Sachverständigen empfohlen.

2 Zweck

Durch diese Norm soll angegeben werden,

- wie die Bodenkenngrößen im Einzelfall zu wählen sind,
- welche Einschränkungen bei der Verwendung dieser Bodenkenngrößen zu beachten sind,
- mit welchem Wert bei der Ermittlung des Erddrucks eine Wandreibung angesetzt werden darf,
- in welchen Fällen der Grenzwert des aktiven Erddrucks, der Erdruhedruck oder ein zwischen diesen Werten liegender Erddruck anzusetzen ist.

Damit bodenmechanische Untersuchungen auf das unbedingt erforderliche Maß beschränkt werden können, sind für überschaubare Fälle Tabellenwerte angegeben.

3 Begriffe

3.1 Die **Wichte** des Bodens (früher Raumgewicht des Bodens) ist die Gewichtskraft eines Bodenkörpers, bezogen auf sein Volumen einschließlich der mit Flüssigkeit und Gas gefüllten Poren. Dabei ist zwischen der Wichte des feuchten Bodens γ , der des wassergesättigten Bodens γ_r und der des Bodens unter Auftrieb γ' zu unterscheiden, siehe DIN 4015.

3.2 Die **Scherfestigkeit** ist der Widerstand, den der Boden im Bruchzustand in einer Scherfläche der Scherbeanspruchung entgegenzusetzen vermag, bezogen

auf die Scherfläche. Die Scherfestigkeit läßt sich im allgemeinen in einen Reibungsanteil und in einen Kohäsionsanteil zerlegen. Man erhält damit die Scherparameter φ und c , siehe DIN 18 137 Teil 1 Vornorm.

3.3 Als **innerer Reibungswinkel** (kurz Reibungswinkel genannt) wird in der graphischen Auftragung — der Scherspannungen auf der Ordinatenachse und der Normalspannungen auf der Abszissenachse (τ, σ -Diagramm) — bei Annahme einer geraden Scherlinie deren Neigungswinkel gegenüber der Waagerechten bezeichnet. Bei bindigen Böden ist dabei zwischen dem Reibungswinkel φ' des konsolidierten Bodens und dem Reibungswinkel φ_u des unkonsolidierten Bodens zu unterscheiden, siehe DIN 18 137 Teil 1 Vornorm.

3.4 Als **Kohäsion** wird der Ordinatenabschnitt der Scherlinie in der graphischen Auftragung nach Abschnitt 3.3 bezeichnet. Bei bindigen Böden ist dabei zwischen der Kohäsion c' des konsolidierten Bodens und der Kohäsion c_u des unkonsolidierten Bodens zu unterscheiden, siehe DIN 18 137 Teil 1 Vornorm.

3.5 Der **Wandreibungswinkel** δ ist der Winkel zwischen der angreifenden Erddrucklast und der Flächennormalen auf die belastete Bauwerksfläche.

3.6 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 Erdreich weg bewegt. Er ergibt sich aus einer rechnerischen oder graphischen Untersuchung verschiedener Gleitflächen unter Berücksichtigung der Bodenkenngrößen nach den Abschnitten 3.1 bis 3.5 als oberer Grenzwert. Die Resultierende des Erddrucks wird als Erddrucklast bezeichnet.

3.7 Als **erhöhter Erddruck** wird ein Erddruck bezeichnet, der wegen nicht ausreichender Wandbewegung größer ist als der aktive Erddruck, aber kleiner als der Ruhedruck.

Fortsetzung Seite 2 bis 5
Erläuterungen Seite 6 bis 11

Fachnormenausschuß Bauwesen (FNBau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Frühere Ausgaben:
8.34, 8.43, 6.63

Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin

Änderung Februar 1976:
Vollständig überarbeitet,
siehe Erläuterungen.

3.8 Der Erdruhedruck im Sinne dieser Norm ist der im ungestörten gewachsenen Boden auf eine gedachte senkrechte Ebene wirkende Erddruck infolge von Bodeneigenlast und Auflasten. Die Resultierende des Erdruhedrucks wird als Erdruhedrucklast bezeichnet.

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

4 Ermittlung der Bodenkenngrößen

4.1 Art, Beschaffenheit, Ausdehnung und Mächtigkeit der Bodenschichten, für die Bodenkenngrößen festgelegt werden sollen, sind durch Schürfe oder Bohrungen und gegebenenfalls durch zusätzliche Sondierungen festzustellen, sofern die örtlichen Erfahrungen keinen ausreichenden Aufschluß geben. DIN 4021 Teil 1, DIN 4022 Teil 1, DIN 4023, DIN 4094 Teil 1 sowie DIN 18 196 sind hierbei zu beachten.

4.2 Im Grundsatz sind die für die Lastannahmen erforderlichen Bodenkenngrößen unmittelbar auf Grund bodenmechanischer Untersuchungen festzulegen und anzugeben. Zur Berücksichtigung der Heterogenität des Untergrunds in Verbindung mit den Ungenauigkeiten bei Probenahme und Versuchsdurchführung sind die in Versuchen ermittelten Werte mit angemessenen Zu- bzw. Abschlägen zu versehen, bevor sie, durch den Vorsatz „cal“ als Rechenwerte gekennzeichnet, in die Berechnung eingehen.

4.3 Soweit aus örtlicher Erfahrung ausreichend bekannt ist, daß gleichartige Untergrundverhältnisse vorliegen, dürfen die Bodenkenngrößen von früheren Bodenuntersuchungen übernommen werden.

4.4 Sofern die anstehenden Böden nach ihrer Art und Beschaffenheit in die Bodengruppen der Tabellen eingeordnet werden können, darf unter Beachtung der Abschnitte 5 und 6 mit den in den Tabellen 1 und 2 genannten Bodenkenngrößen gerechnet werden.

4.5 Die nach Abschnitt 4.2 oder Abschnitt 4.3 auf Grund von Bodenuntersuchungen festgelegten Bodenkenngrößen dürfen auch dann einer Berechnung zugrunde gelegt werden, wenn sie günstiger sind als die in den Tabellen 1 und 2 angegebenen Bodenkenngrößen. Einschränkungen hierzu siehe Abschnitt 7.

4.6 Die an Schüttungen von feuchten nichtbindigen Böden oder an Schüttungen von bindigen Böden festgestellten Böschungswinkel dürfen nicht als innerer Reibungswinkel in die Berechnung eingeführt werden.

5 Bodenkenngrößen für nichtbindige Böden (Rechenwerte)

5.1 Die in Tabelle 1 angegebenen Rechenwerte für Bodenkenngrößen gelten sowohl für gewachsene als auch für geschüttete Böden. Die maßgebliche Lagerungsdichte darf in beiden Fällen durch eine künstliche Verdichtung hergestellt sein. Bei Böden mit porösem Korn, z. B. Bims Kies und Tuffsand dürfen die Tabellenwerte nicht angewendet werden.

5.2 Liegen keine Erfahrungen oder Untersuchungen über die Lagerungsdichte vor, so ist bei der Ermittlung des Erddrucks sowie beim Nachweis der Auftriebsicherheit eine lockere Lagerung anzunehmen, bei der Ermittlung von Auflasten eine mitteldichte Lagerung. Im übrigen darf mitteldichte Lagerung nur angenommen werden, wenn dies auf Grund bekannter Verhältnisse ge-

Tabelle 1. Bodenkenngrößen für nichtbindige Böden (Rechenwerte)

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Bodenart	Kurzzeichen nach DIN 18 196	Lagerung ¹⁾	Wichte			Reibungswinkel cal ϕ' Grad
				erdfeucht	wassergesättigt	unter Auftrieb	
				cal γ	cal γ_r	cal γ'	
				kN/m ³ (Mp/m ³)	kN/m ³ (Mp/m ³)	kN/m ³ (Mp/m ³)	
1	Sand, schwach schluffiger Sand,	SE	locker	17,0 (1,70)	19,0 (1,90)	9,0 (0,90)	30
2	Kies-Sand, eng gestuft	sowie SU mit $U \leq 6$	mitteldicht	18,0 (1,80)	20,0 (2,00)	10,0 (1,00)	32,5
3			dicht	19,0 (1,90)	21,0 (2,10)	11,0 (1,10)	35
4	Kies, Geröll, Steine, mit geringem Sandanteil, eng gestuft	GE	locker	17,0 (1,70)	19,0 (1,90)	9,0 (0,90)	32,5
5			mitteldicht	18,0 (1,80)	20,0 (2,00)	10,0 (1,00)	35
6			dicht	19,0 (1,90)	21,0 (2,10)	11,0 (1,10)	37,5
7	Sand, Kies-Sand, Kies, weit oder intermittierend gestuft	SW, SI, SU, GW, GI mit $6 < U \leq 15$	locker	18,0 (1,80)	20,0 (2,00)	10,0 (1,00)	30
8			mitteldicht	19,0 (1,90)	21,0 (2,10)	11,0 (1,10)	32,5
9			dicht	20,0 (2,00)	22,0 (2,20)	12,0 (1,20)	35
10	Sand, Kies-Sand, Kies, schwach schluffiger Kies, weit oder intermittierend gestuft	SW, SI, SU, GW, GI mit $U > 15$ sowie GU	locker	18,0 (1,80)	20,0 (2,00)	10,0 (1,00)	30
11			mitteldicht	20,0 (2,00)	22,0 (2,20)	12,0 (1,20)	32,5
12			dicht	22,0 (2,20)	24,0 (2,40)	14,0 (1,40)	35

1) locker: $0,15 < D \leq 0,30$; mitteldicht: $0,30 < D \leq 0,50$; dicht: $0,50 < D \leq 0,75$; dabei ist die Lagerungsdichte $D = (\max n - n) / (\max n - \min n)$

rechtfertigt ist. Eine höhere als die mitteldichte Lagerung darf bei der Festlegung der Scherfestigkeit nur auf Grund von besonderen Untersuchungen, z. B. Druck- oder Rammsondierungen nach DIN 4094 Teil 1, zugrunde gelegt werden.

5.3 Die Werte der Tabelle 1, Zeilen 1 bis 9 gelten für runde und abgerundete Kornform. Sofern kantige Körner überwiegen, dürfen die für den Reibungswinkel angegebenen Werte um 2,5° erhöht werden.

5.4 Beim Nachweis der Auftriebssicherheit oder der Sicherheit gegen Abheben sind die in der Tabelle 1 angegebenen Wichten im Falle erdfeuchten Bodens um 2,0 kN/m³ (0,20 Mp/m³), im Falle wassergesättigten oder unter Auftrieb stehenden Bodens um 1,0 kN/m³ (0,10 Mp/m³) zu vermindern.

6 Bodenkenngrößen für bindige Böden und organische Böden (Rechenwerte)

6.1 Die in Tabelle 2 angegebenen Rechenwerte für Bodenkenngrößen gelten für gewachsene, konsolidierte bindige Böden. Die Verwendung der angegebenen Wichten und der angegebenen Reibungswinkel ist bei geschütteten bindigen Böden zulässig, wenn sie soweit verdichtet werden, daß ihre Lagerungsdichte wenigstens 95% der einfachen Proctordichte beträgt. Die angegebenen Tabellenwerte für die Kohäsion sind bei geschüttetem bindigem Boden durch $\text{cal } c = 0$ und $\text{cal } c_u = 0$ zu ersetzen.

6.2 Maßgebend für die Einteilung der Böden in der Tabelle 2 sind plastisches Verhalten und Zustandsform (Konsistenz). Die Einstufung im Hinblick auf den Grad der Plastizität richtet sich entweder nach den Laborversuchen nach DIN 18 122 Teil 1 Vornorm oder nach den Feldversuchen nach DIN 18 196. Die Einstufung im Hinblick auf die Zustandsform richtet sich entweder nach den Laborversuchen nach DIN 18 121 Teil 1 oder nach den Feldversuchen nach DIN 4022 Teil 1. Liegen keine Erfahrungen oder Untersuchungen über den Grad der Plastizität oder die Zustandsform vor, so ist der weiteren Untersuchung die jeweils ungünstigste Annahme zugrunde zu legen.

6.3 Bei bindigen Böden mit besonders flacher Kornverteilungslinien, z. B. Geschiebemergel und Lehm, deren Korngrößen vom Ton bis zu Sand oder Kies reichen (gemischtkörnige Böden der Bodengruppen SÜ , ST , ST' , GÜ , GT und GT' nach DIN 18 196, Ausgabe Juni 1970), sind die in den Zeilen 1 bis 9 der Tabelle 2 angegebenen Wichten um 1,0 kN/m³ (0,10 Mp/m³) zu erhöhen. Für die Größen $\text{cal } \varphi'$, $\text{cal } c'$ und $\text{cal } c_u$ gelten die Werte der Tabelle 2.

6.4 Beim Nachweis der Auftriebssicherheit oder der Sicherheit gegen Abheben sind die in der Tabelle 2 angegebenen Wichten im Falle eines oberhalb des Grundwasserspiegels liegenden Bodens um 2,0 kN/m³ (0,20 Mp/m³), im Falle eines unter Wasser liegenden Bodens um 1,0 kN/m³ (0,10 Mp/m³) zu vermindern.

Tabelle 2. Bodenkenngrößen für bindige Böden und organische Böden (Rechenwerte)

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8
Zeile	Bodenart	Kurzzeichen nach DIN 18 196	Zustandsform ¹⁾	Wichte		Reibungswinkel	Kohäsion	
				über Wasser	unter Wasser			
				$\text{cal } \gamma$	$\text{cal } \gamma'$	$\text{cal } \varphi'$	$\text{cal } c'$	$\text{cal } c_u$
				kN/m ³ (Mp/m ³)	kN/m ³ (Mp/m ³)	Grad	kN/m ² (Mp/m ²)	kN/m ² (Mp/m ²)
1 2 3	Anorganische bindige Böden mit ausgeprägt plastischen Eigenschaften ($w_L > 50\%$)	TA	weich steif halbfest	18,0 (1,80) 19,0 (1,90) 20,0 (2,00)	8,0 (0,80) 9,0 (0,90) 10,0 (1,00)	17,5 17,5 17,5	0 (0) 10 (1,0) 25 (2,5)	15 (1,5) 35 (3,5) 75 (7,5)
4 5 6	Anorganische bindige Böden mit mittelpastischen Eigenschaften ($50\% \geq w_L \geq 35\%$)	TM und UM	weich steif halbfest	19,0 (1,90) 19,5 (1,95) 20,5 (2,05)	9,0 (0,90) 9,5 (0,95) 10,5 (1,05)	22,5 22,5 22,5	0 (0) 5 (0,5) 10 (1,0)	5 (0,5) 25 (2,5) 60 (6,0)
7 8 9	Anorganische bindige Böden mit leicht plastischen Eigenschaften ($w_L < 35\%$)	TL und UL	weich steif halbfest	20,0 (2,00) 20,5 (2,05) 21,0 (2,10)	10,0 (1,00) 10,5 (1,05) 11,0 (1,10)	27,5 27,5 27,5	0 (0) 2 (0,2) 5 (0,5)	0 (0) 15 (1,5) 40 (4,0)
10 11	Organischer Ton, organischer Schluff	OT und OU	weich steif	14,0 (1,40) 17,0 (1,70)	4,0 (0,40) 7,0 (0,70)	15 15	0 (0) 0 (0)	10 (1,0) 20 (2,0)
12 13	Torf ohne Vorbelastung Torf unter mäßiger Vorbelastung	HN und HZ		11,0 (1,10) 13,0 (1,30)	1,0 (0,10) 3,0 (0,30)	15 15	2 (0,2) 5 (0,5)	10 (1,0) 20 (2,0)

¹⁾ weich: $0,50 < I_C \leq 0,75$; steif: $0,75 < I_C \leq 1,00$; halbfest: $I_C > 1,00$; dabei ist die Konsistenzzahl $I_C = (w_L - w)/(w_L - w_p)$, siehe DIN 18 122 Teil 1