

Baugrund

Zulässige Belastung des Baugrunds

DIN

1054

Subsoil; permissible loading of subsoil

Diese Norm wurde von einem gemeinsamen Ausschuß der Arbeitsgruppen Einheitliche Technische Baubestimmungen (ETB) und Baugrund im Fachnormenausschuß Bauwesen ausgearbeitet. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

Die Benennung „Last“ wird für Kräfte verwendet, die von außen auf ein System einwirken; das gilt auch für zusammengesetzte Wörter mit der Silbe ... „Last“ (siehe DIN 1080 Teil 1).

Erläuterungen zu dieser Norm siehe DIN 1054 Beiblatt.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Zweck und Geltungsbereich	1	5.5 Zulässige Belastung von Druckpfählen aus Erfahrungswerten	11
2 Begriffe	1	5.6 Zulässige Belastung von Pfählen aus Berechnungsverfahren	11
2.1 Arten des Baugrunds	1	5.7 Standsicherheit von pfahlgegründeten Bauwerken an einem Geländesprung	11
2.2 Lasten	2	5.8 Durchführung der Probebelastung von Pfählen	11
2.3 Baugrundverhalten	2		
3 Feststellen der Schichtfolge und Beschaffenheit des Baugrunds	3	Anhang A	
3.1 Zeitpunkt der Untersuchung	3	Regeln für die einheitliche Vorbereitung und Durchführung von Probebelastungen, für die Messungen und Aufzeichnungen der Versuchsergebnisse	
3.2 Art und Umfang der Untersuchungen	3	A.1 Einbringen der Probepfähle	13
4 Flächengründungen	3	A.2 Zeitpunkt der Probebelastung	13
4.1 Allgemeines	4	A.3 Belastungsvorrichtung	13
4.2 Ermittlung der zulässigen Bodenpressung für Regelfälle mit Hilfe von Tabellenwerten	5	A.4 Messungen	13
4.3 Ermittlung der zulässigen Bodenpressungen durch Setzungs- und Grundbruchuntersuchungen	8	A.5 Verlauf der Probebelastung	13
5 Pfahlgründungen	9	A.6 Zugversuche	13
5.1 Begriffe	9	A.7 Belastungsbericht	13
5.2 Allgemeines zum Entwurf	9	Mustervordruck 1	14
5.3 Maßgebende Einflüsse auf die Tragfähigkeit der Pfähle	10	Mustervordruck 2	15
5.4 Zulässige Belastung von Pfählen aus Probebelastungen (Ermittlung der Grenzlast)	10	Weitere Normen	15

1 Zweck und Geltungsbereich

Die Norm gibt an, wie weit ein Baugrund durch Flächen- (siehe hierzu Abschnitt 4) oder Pfahlgründungen beansprucht werden darf, damit Bauwerke unter der Einwirkung von Kräften aus überwiegend ruhenden Lasten keine schädlichen Bewegungen erleiden. Die hierfür erforderlichen Baugrunduntersuchungen werden genannt.

Diese Norm gilt nicht für Bauwerke, die im Untertagebau hergestellt werden, für Erdbauten und für Gründungen von Starkstrom-Freileitungsmasten nach VDE 0210.

2 Begriffe

2.1 Arten des Baugrunds

Der Baugrund wird wegen seines unterschiedlichen Verhaltens bei der Belastung durch Bauwerke für die Zwecke dieser Norm in gewachsenen Böden (Lockergestein), in Fels (Festgestein) und in geschütteten Böden unterteilt.

2.1.1 Gewachsener Boden

Ein Boden wird als gewachsen bezeichnet, wenn er durch einen abgeklungenen, erdgeschichtlichen Vorgang entstanden ist. Folgende Hauptgruppen sind zu unterscheiden:

2.1.1.1 Nichtbindige Böden, wie Sand, Kies, Steine und ihre Mischungen, wenn der Gewichtsanteil der Bestandteile mit Korngrößen unter 0,06 mm 15 % nicht übersteigt. Dem entsprechen die grobkörnigen Böden (GE, GW, GI, SE, SW, SI) und die gemischtkörnigen Böden (GU, GT, SU) nach DIN 18 196, Ausgabe Juni 1970, Tabelle 1.

2.1.1.2 Bindige Böden, wie Tone, tonige Schluffe und Schluffe sowie ihre Mischungen mit nichtbindigen Böden (gemischtkörnige Böden mit größerem Feinanteil), wenn der Gewichtsanteil der bindigen Bestandteile mit Korngrößen unter 0,06 mm größer als 15 % ist (z. B. sandiger Ton, sandiger Schluff, Lehm, Mergel). Dem entsprechen die feinkörnigen Böden (UL, UM, TL, TM, TA) und die gemischtkörnigen Böden SÜ, ST, SÜ, GÜ und GÜ nach DIN 18 196, Ausgabe Juni 1970, Tabelle 1.

Fortsetzung Seite 2 bis 16

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

2.1.1.3 Organische Böden wie Torf oder Faulschlamm und anorganische Böden der in den Abschnitten 2.1.1.1 und 2.1.1.2 genannten Gruppen mit organischen Beimengungen tierischer oder pflanzlicher Herkunft, wenn deren Gewichtsanteil bei nichtbindigen Böden mehr als 3 %, bei bindigen mehr als 5 % beträgt (z. B. humoser Sand, Faulschlamm oder torfhaltiger Sand, organischer Schluff oder Ton, Klei). Dem entsprechen die organogenen bzw. organischen Böden nach DIN 18196, Ausgabe Juni 1970, Tabelle 1.

2.1.2 Fels

Im Rahmen dieser Norm werden alle Festgesteine mit dem Sammelbegriff „Fels“ benannt.

2.1.3 Geschütteter Boden

Ein Boden wird als geschüttet bezeichnet, wenn er durch Aufschütten oder Aufspülen entstanden ist. Zu unterscheiden sind:

2.1.3.1 Unverdichtete Schüttungen beliebiger Zusammensetzung.

2.1.3.2 Verdichtete Schüttungen aus nichtbindigen oder bindigen Bodenarten oder aus anorganischen Schüttgütern (z. B. Bauschutt, Schlacke, Erzurückstände), wenn die Schüttungen ausreichend verdichtet worden sind (siehe Abschnitt 4.2.3).

2.2 Lasten

Der Baugrund wird durch ständige Lasten und durch Verkehrslasten beansprucht.

Zu den ständigen Lasten zählen unter anderem die Eigenlast des Bauwerks, ständig wirkende Erddrücke, Erdlasten und Wasserdrücke (z. B. auch Strömungsdruck aus Grundwasserfälle).

Zu den Verkehrslasten zählen unter anderem Lasten nach DIN 1055 Teil 3 und DIN 1072, wechselnde Erd- und Wasserdrücke und Eisdruck.

Lasten, die durch Veränderungen der Umgebung des Bauwerks, z. B. durch Baumaßnahmen, durch Belastungsänderungen oder durch Grundwassersenkungen entstehen, zählen je nach ihrer Dauer zu den ständigen Lasten oder zu den Verkehrslasten.

Folgende Lastfälle können unterschieden werden, wobei die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens in voller rechnerischer Größe und die Dauer und Häufigkeit ihrer Ursache maßgebend sind:

Lastfall 1:

Ständige Lasten und regelmäßig auftretende Verkehrslasten (auch Wind).

Lastfall 2:

Außer den Lasten des Lastfalls 1 gleichzeitig, aber nicht regelmäßig auftretende große Verkehrslasten; Belastungen, die nur während der Bauzeit auftreten.

Außerdem in Sonderfällen

Lastfall 3:

Außer den Lasten des Lastfalls 2 gleichzeitig mögliche außerplanmäßige Lasten (z. B. durch Ausfall von Betriebs- und Sicherungsvorrichtungen oder bei Belastung infolge von Unfällen).

2.3 Baugrundverhalten

Der Baugrund verformt sich durch die von der Last des Bauwerks hervorgerufenen Kräfte entsprechend seiner Zusammendrückbarkeit und Scherfestigkeit. Lotrechte Fundamentlasten verursachen zunächst vor allem lotrechte Verschiebungen (Setzungen).

Mit zunehmender Last wird der Boden auch seitlich verdrängt, bis das Fundament schließlich beim Erreichen der

Bruchlast im Boden versinkt, wobei es auch seitlich ausweichen kann (Grundbruch).

Wandert der Punkt, in dem die Resultierende der äußeren Kräfte die Sohle trifft, über den Rand des Kerns (siehe Bild 1) hinaus, so entsteht eine „klaffende Fuge“ und eine rasch anwachsende Sohlspannung im Druckbereich, die zum Grundbruch führen kann.

Im theoretischen Grenzfall des unnachgiebigen Untergrunds dreht sich das Fundament ohne vorausgehende Bodenverformung und Grundbruch um seine Kante, sobald die Resultierende sie überschreitet (Kippen).

Bei zu starker Neigung der Resultierenden gegen die Lotrechte tritt durch Überwinden des Widerstandes zwischen Sohle und Boden Gleiten ein.

2.3.1 Setzungen

Infolge der Lasten entstehen bei ausreichender Grundbruchsicherheit Setzungen überwiegend durch Zusammendrücken der Bodenschichten. Auch waagerechte Lasten können Setzungen verursachen.

Gleichmäßige Setzungen gefährden die Standsicherheit und Nutzung eines Bauwerks im allgemeinen nicht und führen auch zu keinen Setzungsschäden. Diese können jedoch bei ungleichmäßigen Setzungen von Bauwerksteilen auftreten, die bei Spannungsüberlagerungen, bei ungleichmäßiger Bodenzusammensetzung, unterschiedlicher Dichte und ungleichmäßiger Schichtenausbildung und bei unregelmäßigen Fundamentformen, unterschiedlichen Gründungstiefen, unterschiedlicher und ausmittiger Belastung im Untergrund zu erwarten sind.

2.3.1.1 Setzungen bei nichtbindigen Böden nach Abschnitt 2.1.1

Das Korngerüst wird je nach der vorhandenen Lagerungsdichte durch Umlagerung der Bodenteilchen zusammengedrückt. Die Setzungen treten deshalb nahezu voll beim Aufbringen der Last, d. h. während der Bauzeit, auf. Sie sind meist kleiner als bei bindigen Böden. Durch dynamische Einflüsse oder durch aufsteigendes Grundwasser kann der durch innere Reibung bedingte Widerstand des Bodens gegen die Kornumlagerung beträchtlich vermindert werden.

2.3.1.2 Setzungen bei bindigen Böden nach Abschnitt 2.1.2

Das Maß der Setzung hängt von der Verformbarkeit des Korngerüsts ab. Der Verlauf der Setzung wird je nach der Zeit, die für das Verdrängen des Porenwassers erforderlich ist, verzögert (Konsolidierung) und kann je nach Durchlässigkeit des Bodens lange über die Bauzeit hinausreichen. Dabei tritt ein Porenwasserüberdruck auf, dessen Abklingen bei gleichzeitiger Porenwasserabgabe ein Maß für die Konsolidierung des Bodens ist.

Dynamische Kräfte verursachen in bindigen Böden um so geringere Setzungen, je größer die Konsistenzzahl und die Plastizitätszahl des Bodens sowie die Belastungsgeschwindigkeit sind. Ihr Einfluß auf die Setzungen kann deshalb im allgemeinen außer Betracht bleiben, jedoch nicht der Einfluß der Baugrundelastizität auf die Schwingungen bei Schornsteinen und Türmen.

2.3.2 Grundbruch

Die Grundbruchgefahr wächst mit abnehmender Breite und Einbindetiefe der Fundamente, mit abnehmender Scherfestigkeit des Bodens sowie mit zunehmender Exzentrizität und Neigung der Last. Sie nimmt bei steigendem Grundwasserspiegel und abnehmender Wichte des Bodens zu.

Die Grundbruchgefahr wird bei bindigen Böden mit hohem Wassersättigungsgrad außerdem dadurch erhöht, daß die Scherfestigkeit bei schneller Belastung der Fundamente infolge des Porenwasserüberdrucks nicht entsprechend der Zunahme der Druckspannungen anwächst.

Bei Bauwerken an einem Geländesprung bzw. in oder auf einer Böschung kann der Grundbruch als Gelände- bzw. Böschungsbruch eintreten (siehe DIN 4084 Teil 1 (Vornorm) und Teil 2 (Vornorm)).

2.3.3 Kippen

Das Kippen von Fundamenten wird durch die Festlegungen über die Ausmittigkeit der Last nach Abschnitt 4.1.3.1 und die geforderte Grundbruchsicherheit vermieden, wenn alle Einflüsse zutreffend berücksichtigt sind. Unter diesen Voraussetzungen ist z. B. bei Fundamenten mit geschlossener Sohlfläche, die einen doppelt-symmetrischen Querschnitt haben, kein zusätzlicher Nachweis erforderlich. Die Kippsicherheit des Gesamtbauwerks oder der oberhalb des Fundaments befindlichen Bauteile bleibt davon unberührt.

Bei Baukörpern, bei denen eine relativ kleine Veränderung der Belastung die Exzentrizität der Resultierenden erheblich vergrößern kann, sind besondere Untersuchungen erforderlich.

Bei Baukörpern großer Schlankheit oder mit weit über die Sohlfläche ausragenden Bauteilen kann die ursprünglich vorhandene Kippsicherheit durch eine Schwerpunktverschiebung des Bauwerks infolge ungleichmäßiger Setzung vermindert werden.

2.3.4 Gleiten

Das Bauwerk gleitet, wenn die waagerechte Komponente der in der Sohlfläche oder in einer darunter befindlichen Schnittfläche angreifenden resultierenden Kraft größer ist als die entgegengerichtete Scherkraft. Die Gleitgefahr wird durch den Endwiderstand vor dem Bauwerk vermindert (siehe Abschnitt 4.1.2, letzter Absatz).

3 Feststellen der Schichtfolge und Beschaffenheit des Baugrunds

3.1 Zeitpunkt der Untersuchung

Möglichst vor dem Aufstellen der Baupläne, jedenfalls aber ehe Gründungstiefe, Gründungsart und Abmessungen der Gründungskörper sowie die Art der aufgehenden Konstruktion endgültig festgelegt werden, muß der Aufbau des Bodens unterhalb der in Aussicht genommenen Gründungssohle, bei Pfahlgründungen auch unterhalb der Pfahlspitzen, ausreichend bekannt sein.

3.2 Art und Umfang der Untersuchungen

Art, Beschaffenheit, Ausdehnung, Lagerung und Mächtigkeit der Bodenschichten sind durch Schürfe, Bohrungen und Sondierungen festzustellen, sofern die örtlichen Erfahrungen keinen ausreichenden Aufschluß geben. Die Normen DIN 4021 Teil 1 bis Teil 3, DIN 4022 Teil 1, DIN 4023, DIN 4094 Teil 1, DIN 4094 Teil 2 (Vornorm) und DIN 18 196 sind hierbei zu beachten.

3.2.1 Bohrungen und Sondierungen geben eine Übersicht über die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse des Baugeländes. Sie werden zunächst in großen Abständen als Hauptbohrungen ausgeführt. Nach den gewonnenen Ergebnissen werden dann Zusatzbohrungen oder Sondierungen zwischengeschaltet. Das Netz der Bohrungen und Sondierungen soll so eng sein, daß es über Lage, Neigung und Dicke der Schichten des Baugrunds, über ihre Zusammensetzung und über ihre Beschaffenheit und Gleichmäßigkeit Aufschluß gibt. Die Hauptbohrungen sind so tief zu führen, daß eine tragfähige Schicht in ausreichender Dicke (siehe Abschnitt 3.2.2) nachgewiesen wird. Die Zusatzbohrungen oder Sondierungen können abgebrochen werden, wenn sie diese Schicht erreicht haben.

3.2.2 Bohrungen für einzelne Bauwerke sind innerhalb und in nächster Umgebung der Grundfläche des geplanten Bauwerks niederzubringen. Wurden vorher Erkundungsbohrungen durchgeführt, so richten sich Lage, Tiefe und Anzahl nach ihrem Ergebnis, sonst nach Form und Abmessung des Bauwerksgrundrisses, der Last des Bauwerks,

seiner Lage zu benachbarten Bauwerken und der Regelmäßigkeit der Bodenschichten. Der Abstand der Bohrungen sollte nicht größer als 25 m sein. Die Bohrungen sind so tief zu führen, daß alle Schichten erfaßt werden, von denen die Setzungen des Bauwerks oder seiner Teile wesentlich beeinflusst werden können. Sie sind um so tiefer zu führen, je größer die Bauwerkslast und die Empfindlichkeit des Bauwerks gegen Setzungen sind.

In gewachsenem, nicht felsigem Untergrund genügt im allgemeinen eine Tiefe, die – von der Fundamentsohle ab gerechnet – bei Einzelgründungskörpern (auch Streifenfundamente, Fundamente unter Kranbahnen, Kaimauern, Brückenwiderlagern und dergleichen) das Dreifache, bei Platten Gründungen das Eineinhalbfache der Sohlbreite, in beiden Fällen aber mindestens 6 m beträgt.

Bei Bauwerken mit mehreren Gründungskörpern, deren Einfluß sich in den tieferen Schichten überlagert, soll die Bohrtiefe – von der Gründungssohle ab gerechnet – gleich der dreifachen größten Breite der Gründungskörper oder gleich der eineinhalbfachen Bauwerksbreite gewählt werden, wobei der ungünstigere Wert maßgebend ist. Außerdem muß die Bohrtiefe bis mindestens 6 m unter Gründungssohle reichen.

3.2.3 Die Bohrungen sind tiefer zu führen und gegebenenfalls auch dichter zu setzen als in den Abschnitten 3.2.1 und 3.2.2 angegeben, wenn die geologischen und hydrologischen Verhältnisse, die Oberflächengestalt (z. B. Böschungen) oder die Beeinflussung der Nachbarbebauung es verlangen.

3.2.4 Bei nachweislich regelmäßigem Schichtenverlauf genügt es, von den notwendigen Bohrungen nur einen Teil bis zu der in Abschnitt 3.2.2 angegebenen Tiefe zu führen. Die übrigen Bohrungen müssen aber mindestens 6 m unter die Gründungssohle geführt werden. Sie können durch Sondierungen ersetzt werden, wenn die vorhandenen Bohrungen eine sichere Deutung der Sondiererergebnisse ermöglichen.

3.2.5 Bei Pfahlgründungen sind die Bohrtiefen von der Pfahlfußebene an zu rechnen, wobei die in Abschnitt 3.2.2 genannte Bohrtiefe um etwa ein Drittel verringert werden darf.

3.2.6 Liegen vor Durchführung der Bohr- und Schürfarbeiten eindeutige Angaben über den geologischen Aufbau (Verlauf, Gleichmäßigkeit und Eigenschaften der einzelnen Schichten) vor, dann kann die Anzahl der Bohrungen oder Schürfe, in Einzelfällen auch ihre Tiefe, verringert werden. Die Verringerung muß nachprüfbar begründet werden.

4 Flächengründungen

Als Flächengründungen werden Gründungen bezeichnet, die in der Sohlfläche senkrechte, geneigte, mittige und ausmittige Kräfte abtragen, und zwar sowohl bei Flach- als auch bei Tiefgründungen.

Die zulässige Belastung des Baugrunds durch Flächengründungen ist bei lotrechter Belastung begrenzt durch die für das Bauwerk erträglichen Setzungen bzw. Setzungsunterschiede und durch die Grundbruchsicherheit unter Beachtung der Ausmittigkeit und Neigung der Resultierenden sowie der Belastungsgeschwindigkeit. Bei Schrägbelastung muß außerdem eine ausreichende Sicherheit gegen Gleiten vorhanden sein.

Im Regelfall kann die zulässige Belastung des Baugrunds durch Flächengründungen mit Hilfe von Tabellenwerten nach Abschnitt 4.2 ermittelt werden, wobei eine Grundbruchberechnung entfällt. Abschnitt 2.3.2, letzter Absatz, ist jedoch zu beachten. Eine Setzungsberechnung wird nur dann erforderlich, wenn der Einfluß benachbarter Fundamente zu berücksichtigen ist. Wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 4.2 nicht gegeben sind oder die Werte für die zulässigen Bodenpressungen nach Abschnitt 4.2 überschritten werden sollen, ist ein genauerer Nachweis nach Abschnitt 4.3 erforderlich.

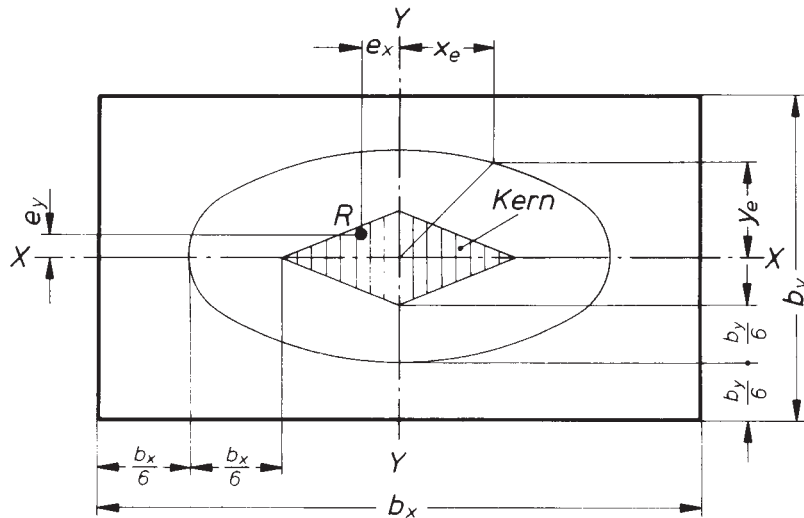


Bild 1. Grundriß eines rechteckigen Fundaments; Bezeichnungen bei zweiachsiger Verankerung

4.1 Allgemeines

4.1.1 Lage und Ausbildung der Gründungssohle

Die Gründungssohle muß frostfrei liegen, mindestens aber 0,8 m unter Gelände.

Hiervon darf abgewichen werden

- a) bei Bauwerken von untergeordneter Bedeutung (z. B. Einzelgaragen, einstöckige Schuppen, Bauwerke für vorübergehende Zwecke u. ä.) und geringer Flächenbelastung
- b) bei Gründungen auf nicht angewittertem Fels in gleichmäßig fest gelagertem Verband.

Der Baugrund muß gegen Auswaschen oder Verringerung seiner Lagerungsdichte durch strömendes Wasser gesichert sein.

Bindiger Boden muß während der Bauzeit gegen Aufweichen und Auffrieren gesichert sein.

4.1.2 Lastannahmen

Beim Entwurf der Gründungskörper ist die Verteilung der Bodenpressungen infolge der unter Abschnitt 2.2 genannten Lasten wie folgt anzunehmen:

- a) beim Nachweis der zulässigen Bodenpressungen nach Abschnitt 4.2 sowie bei einem Grundbruchnachweis als gleichmäßig verteilt;
- b) bei Ermittlung der Schnittkräfte sowie beim Setzungsnachweis als geradlinig verteilt;
- c) bei der Bemessung von biegeweichen Gründungsplatten und Gründungsbalken nach DIN 4018.

Stoßzahlen und Schwingbeiwerte brauchen nur bei der Schnittkrftermittlung unmittelbar befahrener Fundamente in die Verkehrslasten eingerechnet zu werden.

Bei der Bestimmung der resultierenden Kraft in der Gründungssohle darf auch die lotrecht wirkende Komponente des aktiven Erddrucks berücksichtigt werden.

Der Erdwiderstand darf nur dann als Reaktionskraft waagerechter Kräfte oder eines Drehmoments herangezogen werden, wenn das Fundament ohne Gefahr eine Verschiebung erfahren kann, die hinreicht, den erforderlichen Erdwiderstand wachzurufen. Der für die Mobilisierung des Erdwiderstands in Anspruch genommene gewachsene Boden muß eine mindestens mittlere Lagerungsdichte oder steife Konsistenz haben. Für geschüttete Böden gelten die Forderungen zu Abschnitt 4.2.3 sinngemäß. Der Boden darf weder vorübergehend noch dauernd entfernt werden, solange die ursprünglichen Kräfte wirken.

4.1.3 Standsicherheit

4.1.3.1 Die aus den ständigen Lasten resultierende Kraft muß die Sohlfläche im Kern schneiden, so daß keine klaffende Fuge auftritt.

Die aus der Gesamtlast resultierende Kraft darf in begrenztem Umfang ein Klaffen der Sohlfuge verursachen, und zwar höchstens bis zum Schwerpunkt der Sohlfläche. Bei Fundamenten, deren Grundriß einen rechteckigen oder kreisförmigen Vollquerschnitt hat, muß sie die Sohle innerhalb eines Bereichs schneiden, der begrenzt ist durch:

- a) für den rechteckigen Vollquerschnitt (siehe Bild 1)

$$\left(\frac{x_e}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{y_e}{b_y}\right)^2 = \frac{1}{9}$$

- b) für den kreisförmigen Vollquerschnitt

$$\frac{r_e}{r} = 0,59$$

Hierbei sind e_x und e_y die Ausmittigkeiten der Kraft in Richtung der Fundamentachsen x und y mit den höchstzulässigen Werten x_e und y_e , b_x und b_y die dazugehörigen Fundamentbreiten, r der Radius bei kreisförmigen Fundamenten.

4.1.3.2 Die Grundbruchsicherheit η_p eines Fundaments muß mindestens sein:

Lastfall	1	2	3
η_p	2	1,5	1,3

Bei Ringfundamenten ist die Ringbreite für die Ermittlung der Grundbruchsicherheit maßgebend.

Bei Fundamentgrundrissen mit durchbrochener Sohlfläche sind die äußeren Abmessungen maßgebend, solange die Summe der Aussparungen nicht mehr als 20 % der gesamten umrissenen Sohlfläche ausmacht (Richtwert).

Bei Bauwerken der in Abschnitt 2.3.3, Absatz 3, beschriebenen Art oder mit überwiegend waagerechter Beanspruchung des Gründungskörpers ist nachzuweisen, daß bei einer Schiefstellung des Bauwerks mit $\tan \alpha = \frac{W}{h_s \cdot A}$ für den Lastfall 1 noch eine Sicherheit von $\eta_p = 1,5$, für den Lastfall 2 noch eine Sicherheit von $\eta_p = 1,3$ vorhanden ist. Hierbei ist:

W Widerstandsmoment

A Inhalt der Sohlfläche

h_s Höhe des Bauwerksschwerpunkts über der Sohlfuge

4.1.3.3 Die Gleitsicherheit η_g eines Fundaments ist das Verhältnis der Resultierenden der horizontalen Reaktionskräfte (Sohlwiderstandskraft H_s und, gegebenenfalls, ein Teil E_{pr} der Erdwiderstandskraft E_p) zur Resultierenden H der horizontalen Aktionskräfte:

$$\eta_g = \frac{H_s + E_{pr}}{H}$$

Falls der Horizontalschub H nach zwei Richtungen x und y gleichzeitig wirkt, wird $H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2}$ als Kraftgröße eingesetzt.

Für H_s ist einzusetzen:

- a) wenn in dem Boden, in dem das Gleiten auftritt, keine Porenwasserdrücke wirken (Boden konsolidiert; kein Söhlwasserdruck),

$$H_s = V \cdot \tan \delta_{sf}$$

wobei δ_{sf} der Sohlreibungswinkel im Grenzzustand ist, für den bei Ort betonfundamenten $\delta_{sf} = \varphi'$ (φ' nach DIN 18 137 Teil 1 (Vornorm)), bei den Sohlflächen von

Betonfertigteilen $\delta_{sf} = \frac{2}{3} \cdot \varphi'$ eingesetzt werden darf; dabei darf eine Kohäsion c' nicht berücksichtigt werden,

- b) wenn in dem Boden, in dem das Gleiten auftritt, Porenwasserdrücke wirken (Boden nicht konsolidiert; Sohlwasserdruck),

$$H_s = V' \tan \delta_{sf}$$

wobei V' die in der Sohlfläche oder kritischen Schnittfläche (siehe Abschnitt 2.3.4) wirksame Normalkraft ist, die sich aus der äußeren Normalkraft nach Abzug der Kraftresultierenden aus dem Porenwasserüberdruck ergibt; δ_{sf} wie unter a);

oder

$$H_s = A \cdot c_u$$

wobei A die für die Kraftübertragung in Frage kommende Fläche, gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Reduktion nach Abschnitt 4.2.1 und c_u der Scherparameter des undrnierten Bodens bei vollem Porenwasserüberdruck nach DIN 18 137 Teil 1 (Vornorm) sind.

Die Gleitsicherheit η_g muß mindestens sein:

Lastfall	1	2	3
η_g	1,5	1,35	1,2

Zum Ansatz des Erdwiderstands siehe auch Abschnitte 2.3.4 und 4.1.2. Für E_{pr} darf höchstens $0,5 E_p$ eingesetzt werden.

4.1.3.4 Die Sicherheit η_a eines Gründungskörpers gegen **Auftrieb** muß mindestens sein:

Lastfall	1	2	3
η_a	1,1	1,1	1,05

Dabei ist vorausgesetzt, daß diese Sicherheit allein auf der Wirkung der Eigenlasten über der Gründungssohle beruht (siehe DIN 1055 Teil 1, Ausgabe März 1963, Abschnitt 1) und der maßgebende Grundwasserspiegel festliegt. Bei Berücksichtigung der seitlichen Bodenreaktion muß in den Lastfällen 1 und 2 eine um 0,3, im Lastfall 3 eine um 0,15 erhöhte Sicherheit nachgewiesen werden.

4.2 Ermittlung der zulässigen Bodenpressung für Regelfälle mit Hilfe von Tabellenwerten

Können die Eigenschaften des Bodens auf Grund von Baugrunderkundungen nach Abschnitt 3 zuverlässig einge-

schätzt werden, so dürfen die zulässigen Bodenpressungen nach den Abschnitten 4.2.1 und 4.2.2 bestimmt werden, wenn

- a) die Baugrundverhältnisse mindestens bis in eine Tiefe unter Gründungssohle annähernd gleichmäßig sind, die der zweifachen Fundamentbreite entspricht und Geländeoberfläche und Schichtgrenze annähernd waagrecht verlaufen;
- b) das Fundament nicht überwiegend oder regelmäßig dynamisch beansprucht wird.

Ist die Einbindetiefe auf allen Seiten des Gründungskörpers größer als 2 m, so darf die Bodenpressung um die Spannung erhöht werden, die sich aus der der Mehrtiefe entsprechenden Bodenbelastung ergibt. Dabei gilt Abschnitt 4.1.2, letzter Satz, sinngemäß.

Sind die Voraussetzungen a) und b) nicht gegeben, so ist nach Abschnitt 4.3 zu verfahren, sofern es sich nicht um Fels handelt.

4.2.1 Zulässige Bodenpressung bei nichtbindigem Baugrund

Die Angaben gelten für nichtbindigen Boden nach Abschnitt 2.1.1.1 bei einer Tragfähigkeit, die vorhanden ist bei

- a) einer Lagerungsdichte $D \geq 0,3$ in
- eng gestuften grobkörnigen Böden (Bodengruppe SE und GE nach DIN 18 196, Ausgabe Juni 1970) mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $U \leq 3$ sowie
 - gemischtkörnigen Böden mit geringem Feinkornanteil, d. h. mit bis zu 15 Gew.-% Körnern $\leq 0,06$ mm (Bodengruppen SU, GU, GT nach DIN 18 196, Ausgabe Juni 1970) mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $U \leq 3$;
- b) einer Lagerungsdichte $D \geq 0,45$ in
- eng-, weit- und intermittierend gestuften grobkörnigen Böden (Bodengruppen SE, SW, SI, GE, GW, GI nach DIN 18 196, Ausgabe Juni 1970) mit $U > 3$ sowie
 - gemischtkörnigen Böden mit geringem Feinkornanteil, d. h. mit bis zu 15 Gew.-% Körnern $\leq 0,06$ mm, (Bodengruppen SU, GU, GT nach DIN 18 196, Ausgabe Juni 1970) mit einem Ungleichförmigkeitsgrad $U > 3$.

Der Nachweis hierzu ist nach örtlicher Erfahrung, durch Sondieren oder durch Probennahme und Laborversuche zu erbringen.

Die Werte der Tabellen 1 und 2 gelten ferner nur für Fundamente mit lotrechtem und mittigem Lastangriff. Bei außer-mittigem Lastangriff ist die Fundamentfläche auf eine Teilfläche A' zu verkleinern, deren Schwerpunkt der Lastangriffspunkt ist. Bei Rechteckfundamenten sind die Seitenlängen dieser Teilfläche den Fundamentseiten parallel und gegenüber den Fundamentseitenlängen um die doppelte Größe der Lastexzentrizität verkleinert. Die zulässige Sohlpressung ist dann auf die kleinere der reduzierten Seitenlängen b' zu beziehen.

Die zulässige Bodenpressung ist nach Abschnitt 4.3 zu bestimmen, wenn:

- c) bei Fundamenten, bei denen außer lotrechten Lasten V auch waagerechte Lasten H angreifen ($H/V = \tan \delta_s$), die Einbindetiefe $t < 1,4 b \tan \delta_s$ (b Fundamentbreite) ist,
- d) der maßgebende Grundwasserspiegel höher als die Fundamentsohle liegt und die kleinste Einbindetiefe $t < 0,8 m$ bzw. $t < b$ ist.

4.2.1.1 Zulässige Bodenpressung für setzungsempfindliche Bauwerke (siehe Tabelle 1)

Bei Bauwerken, deren Fundamente sich nicht unabhängig voneinander setzen können, sondern die in ihrem Setzungsverhalten durch den Überbau wechselseitig beeinflusst wer-