

Baugrund		Vornorm
Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau		DIN V
Teil 100: Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten		1054-100
ICS 93.020		
Deskriptoren: Baugrund, Erdbau, Grundbau, Berechnung, Bauwesen		
Soil – Verification of the safety of earthworks and foundations – Part 100: Analysis in accordance with the partial safety factor concept		
Sol – Vérification de la sécurité des travaux de terrassement et des fondations – Partie 100: Analyse selon le concept avec des coefficients de sécurité partiels		
Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird. Zur vorliegenden Vornorm ist kein Entwurf veröffentlicht worden.		
Inhalt		
		Seite
Vorwort		5
1 Anwendungsbereich		6
2 Normative Verweisungen		6
3 Definitionen und Formelzeichen		8
3.1 Definitionen		8
3.1.1 Geotechnische Kategorie		8
3.1.2 Grenzzustand der Lage (GZ 1A)		8
3.1.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit von Konstruktionsteilen (GZ 1B)		8
3.1.4 Grenzzustand der Gesamttragfähigkeit des Bodens (GZ 1C)		8
3.1.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2)		8
3.1.6 Nachweis der Lagesicherheit		8
3.1.7 Bemessung von Konstruktionsteilen		8
3.1.8 Nachweis der Gesamtstandsicherheit		8
3.1.9 Fortschreitendes Versagen		9
3.1.10 Erosion		9
3.1.11 Verwitterung		9
3.1.12 Einwirkungs-Kombination		9
3.1.13 Sicherheitsklasse		9
3.1.14 Lastfall		9
3.1.15 Charakteristischer Wert		9
3.1.16 Bemessungswert		9
3.1.17 Teilsicherheitsbeiwert		9
3.1.18 Additives Sicherheitselement		10
Fortsetzung Seite 2 bis 83		
Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.		

	Seite
3.1.19 Nennwert	10
3.1.20 Beobachtungsmethode	10
3.1.21 Bauzustand	10
3.1.22 Einwirkungen	10
3.1.23 Gründungslasten	10
3.1.24 Seitendruck	10
3.1.25 Widerstand	10
3.1.26 Gründungssohle	10
3.1.27 Flachgründung	11
3.1.28 Flächengründung	11
3.1.29 Sohldruck	11
3.1.30 Pfahlgründung	11
3.1.31 Einzelpfahl	11
3.1.32 Pfahlgruppe	11
3.1.33 Spitzendruckpfahl	11
3.1.34 Reibungspfahl	11
3.1.35 Zugpfahl	11
3.1.36 Verankerungen	11
3.1.37 Verpreßanker	11
3.1.38 Hang	12
3.1.39 Böschung	12
3.1.40 Stützkonstruktion	12
3.2 Formelzeichen	13
4 Geotechnische Kategorien (GK)	20
5 Grundsätze für Sicherheitsnachweise	20
6 Beobachtungsmethode	21
7 Einwirkungen und Widerstände	23
7.1 Direkte Einwirkungen	23
7.1.1 Allgemeines	23
7.1.2 Gründungslasten	23
7.1.3 Eigengewicht	24
7.1.4 Flüssigkeitsdruck	24
7.1.5 Erddruck	24
7.1.6 Seitendruck	24
7.1.7 Mantelreibung	25
7.1.8 Einwirkungen auf Verankerungen, Bodennägel, flexible Bewehrungselemente und Dübel	26
7.1.9 Veränderliche statische Einwirkungen	26
7.1.10 Dynamische Einwirkungen	26
7.2 Indirekte und sonstige Einwirkungen	26
7.3 Widerstände im Boden oder Fels	27
7.3.1 Allgemeines	27
7.3.2 Scherfestigkeit	27
7.3.3 Steifigkeit	28
7.3.4 Erdwiderstand	28
7.3.5 Sohldruckwiderstand	29
7.3.6 Sohlschubwiderstand	29
7.3.7 Eindring-, Herauszieh- und Seitenwiderstand	30
7.3.8 Übergangs- und Sonderfälle	30
7.4 Einwirkungs-Kombinationen, Sicherheitsklassen und Lastfälle	30
7.4.1 Einwirkungs-Kombinationen	30
7.4.2 Sicherheitsklassen	31
7.4.3 Lastfälle	31

	Seite
8 Geotechnische Untersuchungen	32
8.1 Allgemeines	32
8.2 Geotechnischer Sachverständiger	32
8.3 Planung	32
8.4 Art und Umfang der geotechnischen Untersuchungen	32
8.5 Untersuchungsprogramm	33
8.6 Aussagekraft	33
9 Flach- und Flächengründungen	34
9.1 Abgrenzung und Schutzanforderungen	34
9.1.1 Allgemeines	34
9.1.2 Schutz der Gründung vor Frost	34
9.1.3 Schutz des Baugrunds	34
9.2 Untersuchungen	34
9.3 Einwirkungen	34
9.3.1 Vereinfachte Sohldruckverteilung	34
9.3.2 Vereinfachte Ansätze für dynamische Einwirkungen	35
9.3.3 Günstig wirkende Erddruckanteile	35
9.4 Widerstände	35
9.4.1 Erdwiderstand neben einem Gründungskörper	35
9.4.2 Sohlwiderstand	35
9.5 Nachweis der Tragfähigkeit (GZ 1)	36
9.5.1 Nachweis der Grundbruchsicherheit	36
9.5.2 Nachweis der Gleitsicherheit	36
9.5.3 Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb	37
9.6 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2)	38
9.6.1 Zulässige Lage der Resultierenden	38
9.6.2 Verschiebungen	38
9.6.3 Setzungsnachweis	38
9.7 Zulässige Sohldrücke in einfachen Regelfällen	39
9.7.1 Allgemeines	39
9.7.2 Nichtbindiger Baugrund	40
9.7.2.1 Bemessungswerte für senkrechte Einwirkungen	40
9.7.2.2 Erhöhung der Bemessungswerte	40
9.7.2.3 Verminderung der Bemessungswerte	40
9.7.2.4 Berücksichtigung waagerechter Einwirkungen	41
9.7.3 Bindiger Baugrund	41
9.7.3.1 Bemessungswerte für senkrechte und geneigte Einwirkungen	41
9.7.3.2 Erhöhung der Bemessungswerte	41
9.7.3.3 Verminderung der Bemessungswerte	41
9.7.4 Fels als Baugrund	42
9.7.5 Künstlich hergestellter Baugrund	42
10 Pfahlgründungen und Verankerungen	43
10.1 Abgrenzungen und Schutzanforderungen	43
10.1.1 Allgemeines	43
10.1.2 Schutzanforderungen	43
10.2 Untersuchungen	43
10.2.1 Erkundungen und Unterlagen	43
10.2.2 Zuordnung zu geotechnischen Kategorien	44
10.3 Einwirkungen	44
10.3.1 Pfahlgründungen	44
10.3.2 Verankerungen	45
10.4 Widerstände	45
10.4.1 Allgemeines zu Pfahl- und Ankerwiderständen	45
10.4.2 Axiale Pfahlwiderstände aus Pfahlprobelastungsergebnissen	45
10.4.3 Axiale Pfahlwiderstände aus Erfahrungswerten	47
10.4.4 Pfahlwiderstände quer zur Pfahlachse	47
10.4.5 Ankerwiderstände von Verpreßankern	48

	Seite
10.5 Nachweis der Tragfähigkeit (GZ 1)	48
10.5.1 Axial belastete Pfähle	48
10.5.2 Quer zur Pfahlachse belastete Pfähle	49
10.5.3 Verankerungen	50
10.6 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2)	51
10.6.1 Pfahlgründungen	51
10.6.2 Verankerungen	52
11 Hänge, Böschungen und Stützkonstruktionen	53
11.1 Abgrenzung und Schutzanforderungen	53
11.1.1 Allgemeines	53
11.1.2 Schutzanforderungen	53
11.2 Untersuchungen	53
11.2.1 Untersuchungen und Unterlagen	53
11.2.2 Zuordnung zu Geotechnischen Kategorien	53
11.3 Einwirkungen	54
11.3.1 Erddruck	54
11.3.2 Wasserdruck	54
11.4 Widerstände	55
11.4.1 Scherwiderstand des Baugrundes	55
11.4.2 Fußwiderstand vor Stützwänden	55
11.4.3 Sohlwiderstand	55
11.5 Schnittgrößen in Bauteilen	56
11.5.1 Auf Biegung beanspruchte Wände	56
11.5.2 Aussteifungen	56
11.5.3 Verpreßanker, Zugpfähle und Bodennägel	56
11.5.4 Bewehrungselemente in Schüttböden	57
11.6 Nachweis der Tragfähigkeit (GZ 1)	57
11.6.1 Allgemeines	57
11.6.2 Gleiten	58
11.6.3 Grundbruch	58
11.6.4 Ausweichen des Erdwiderlagers	59
11.6.5 Aufbruch des Verankerungsbodens	59
11.6.6 Versagen auf tiefer Gleitfuge	59
11.6.7 Gelände- und Böschungsbruch	59
11.6.8 Versinken von Bauteilen	60
11.6.9 Hydraulischer Grundbruch	60
11.6.10 Materialversagen von Bauteilen	61
11.7 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2)	61
Anhang A (normativ) Obere charakteristische Werte der Wichten	63
Anhang B (normativ) Untere charakteristische Werte der Scherparameter	64
Anhang C (normativ) Bemessungswerte für aufnehmbare Sohldrücke	65
Anhang D (normativ) Charakteristische axiale Pfahlwiderstände aus Erfahrungswerten für Bohrpfähle	70
Anhang E (normativ) Charakteristische axiale Pfahlwiderstände aus Erfahrungswerten für gerammte Verdrängungspfähle	76
Anhang F (normativ) Angaben zu Pfahlwiderständen aus Erfahrungswerten für Verpreßpfähle	79
Anhang G (normativ) Verteilung von Einwirkungen und Widerständen für quer zur Pfahlachse belastete Pfahlgruppen	81

Vorwort

Diese Vornorm entstand in mehrjährigen Beratungen eines gemeinsamen Ausschusses des Fachbereichs "Grundbau, Geotechnik" des Normenausschusses Bauwesen im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.

Im vorliegenden Fall enthält die Vornorm gegenüber DIN 1054 erweiterte und ergänzte Berechnungsverfahren und berücksichtigt das Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte unter Zugrundelegung des probabilistischen Sicherheitskonzepts nach DIN V ENV 1991-1 Eurocode 1: Grundlagen des Entwurfs, der Berechnung und der Bemessung sowie Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1: Grundlagen des Entwurfs, der Berechnung und der Bemessung; Deutsche Fassung ENV 1991-1 : 1995 und DIN V ENV 1997-1 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung ENV 1997-1 : 1994. Die mit dieser Vornorm im Zusammenhang stehenden Vornormen sind mit Teil 100 gekennzeichnet:

DIN V 4017-100 Baugrund – Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen – Teil 100: Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten

DIN V 4019-100 Baugrund – Setzungsrechnungen – Teil 100: Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten

DIN V 4084-100 Baugrund – Böschungs- und Geländebruchberechnungen – Teil 100: Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten

DIN V 4085-100 Baugrund – Berechnung des Erddrucks – Teil 100: Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten

DIN V 4126-100 Schlitzwände – Teil 100: Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten

Es ist beabsichtigt, durch weitere Vergleichsberechnungen zu überprüfen, ob Erfahrungen aus der Praxis Änderungen oder Ergänzungen erforderlich machen. Gebeten wird, projektbezogene Vergleichsberechnungen sowie praktische Erfahrungen mit dieser Vornorm dem Normenausschuß Bauwesen (NABau), Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, mitzuteilen.

Sämtliche Zitate auf DIN V 4084-100 beziehen sich auf die Ausgabe 1996-

1 Anwendungsbereich

Diese Vornorm betrifft die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit im Erd- und Grundbau. Sie gilt für die Herstellung und Nutzung und schließt die Änderung bestehender Bauwerke ein. Sie definiert vom Boden und/oder Fels bestimmte Grenzzustände und enthält Grundsätze und Regeln für die zugehörigen Nachweise.

2 Normative Verweisungen

Diese Vornorm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Vornorm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 1055-1	Lastannahmen für Bauten – Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel
DIN 1055-3	Lastannahmen für Bauten – Verkehrslasten
DIN 1055-4	Lastannahmen für Bauten – Verkehrslasten, Windlasten bei nicht schwingungsanfälligen Bauwerken
DIN 1055-5	Lastannahmen für Bauten – Verkehrslasten, Schneelast und Eislast
DIN 4014	Bohrpfähle – Herstellung, Bemessung und Tragverhalten
DIN V 4017-100	Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen – Teil 100: Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten
DIN V 4019-100	Baugrund – Setzungsberechnungen – Teil 100: Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten
DIN 4020	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke
DIN 4021	Baugrund – Aufschluß durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben
DIN 4022-1	Baugrund und Grundwasser – Benennen und Beschreiben von Boden und Fels – Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels
DIN 4022-2	Baugrund und Grundwasser – Benennen und Beschreiben von Boden und Fels – Schichtenverzeichnis für Bohrungen im Fels (Festgestein)
DIN 4022-3	Baugrund und Grundwasser – Benennen und Beschreiben von Boden und Fels – Schichtenverzeichnis für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben im Boden (Lockergestein)
DIN 4023	Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke

DIN 4026	Rammpfähle – Herstellung, Bemessung und zulässige Belastung
DIN 4030-1	Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Grundlagen und Grenzwerte
DIN V 4084-100	Baugrund – Böschungs- und Geländebruchberechnungen – Teil 100: Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten
DIN V 4085-100	Baugrund – Berechnung des Erddrucks – Teil 100: Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten
DIN 4094	Baugrund – Erkundung durch Sondierungen
DIN 4124	Baugruben und Gräben, Böschungen, Arbeitsraumbreiten, Verbau
DIN 4125	Verpreßanker – Kurzzeitanker und Daueranker – Bemessung, Ausführung und Prüfung
DIN 4128	Verpreßpfähle (Ortbeton- und Verbundpfähle) mit kleinem Durchmesser – Herstellung Bemessung und zulässige Belastung
DIN 4150-1	Erschütterungen im Bauwesen – Grundsätze, Vorermittlung und Messung von Schwingungsgrößen
DIN 4150-2	Erschütterungen im Bauwesen – Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden
DIN 18122-1	Baugrund; Untersuchung von Bodenproben – Zustandsgrenzen (Konsistenzgrenzen) – Bestimmung der Fließ- und Ausrollgrenze
DIN 18137-1	Baugrund, Versuche und Versuchsgeräte – Bestimmung der Scherfestigkeit – Begriffe und grundsätzliche Versuchsbedingungen
DIN 18196	Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke
DIN 50930-3	Korrosion der Metalle; Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wässer; Beurteilung der Korrosionswahrscheinlichkeit feuerverzinkter Eisenwerkstoffe
DIN V ENV 1991-1	Eurocode 1 – Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung ENV 1991-1:1994
EAB	Empfehlungen des Arbeitskreises "Baugruben", herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.
EAU	Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" Häfen und Wasserstraßen, herausgegeben vom Arbeitsausschuß "Ufereinfassungen", der Hafenbautechnischen Gesellschaft e.V. und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.

- [1] Empfehlungen des Arbeitskreises 5 der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau: Statische axiale Probelastungen, Geotechnik 16(1993), H.3, S.124-136
- [2] Empfehlungen des Arbeitskreises 5 der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau für dynamische Pfahlprüfungen, Geotechnik 14(1991), H.3, S.139-153
- [3] Empfehlungen des Arbeitskreises 5 der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau für statische axiale Probelastungen quer zur Pfalachse, Geotechnik 17(1994), H.2, S.104-112
- [4] Franke, E.: Abschnitt 3.3 "Pfähle", in Grundbautaschenbuch Teil 3, 4. Aufl.(1992), Ernst & Sohn, Berlin

3 Definitionen und Formelzeichen

3.1 Definitionen

Für die Anwendung dieser Vornorm gelten die folgenden Definitionen:

3.1.1 Geotechnische Kategorie

Kategorie zur Einstufung geotechnischer Maßnahmen nach dem Schwierigkeitsgrad der Konstruktion, der Baugrundverhältnisse und der Wechselbeziehungen zur Umgebung, abgestuft nach geotechnischem Risiko (siehe Abschnitt 4).

3.1.2 Grenzzustand der Lage (GZ 1A)

Versagen des Bauwerkes durch Gleichgewichtsverlust ohne Bruch.

3.1.3 Grenzzustand der Tragfähigkeit von Konstruktionsteilen (GZ 1B)

Versagen von Konstruktionsteilen durch Bruch des Konstruktionsteiles oder des stützenden Bodens.

Anmerkung:

GZ 1B kann auch durch eine Grenzverformung definiert sein (z.B. bei Pfählen).

3.1.4 Grenzzustand der Gesamttragfähigkeit des Bodens (GZ 1C)

Versagen des Bodens, ggf. einschließlich auf oder in ihm befindlicher Bauwerke, durch Bruch.

Anmerkung:

GZ 1C ist auch bei verankerten oder verdübelten Gleitkörpern maßgebend. Übergänge zwischen GZ 1A, 1B und 1C sind möglich, z.B. Auftrieb mit Ankerbruch.

3.1.5 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2)

Grenzzustand eines Bauwerks, bei dem Einwirkungen das Bauwerk unbrauchbar werden lassen, ohne daß seine Tragfähigkeit verlorengeht.

3.1.6 Nachweis der Lagesicherheit

Nachweis, daß Grenzzustände der Lage (GZ 1A) mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen sind.

3.1.7 Bemessung von Konstruktionsteilen

Nachweis, daß Grenzzustände der Tragfähigkeit von Konstruktionsteilen (GZ 1B) mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen sind.

3.1.8 Nachweis der Gesamtstandsicherheit

Nachweis, daß Grenzzustände der Gesamttragfähigkeit des Bodens (GZ 1C) einschließlich in ihm eingebetteter Konstruktionsteile mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen sind.

3.1.9 Fortschreitendes Versagen

Erreichen eines Grenzzustandes durch zunehmende bleibende Verschiebungen oder Verdrehungen infolge wiederholter Einwirkungen oder allmählich abnehmender Widerstände.

3.1.10 Erosion

Ab- oder Austragen von Boden oder Fels durch die mechanische Wirkung des Wassers oder der Luft.

3.1.11 Verwitterung

Physikalisch, chemisch oder biologisch bedingte Abnahme eines Widerstandes im Boden oder Fels.

3.1.12 Einwirkungs-Kombination

Zusammenstellung von Einwirkungen für die Berechnung eines Grenzzustandes (siehe 7.4).

3.1.13 Sicherheitsklasse

Einstufung der Widerstände in Abhängigkeit vom Sicherheitsanspruch (siehe 7.4.2).

3.1.14 Lastfall

Zusammenstellung von Einwirkungs-Kombinationen für die Berechnung eines Grenzzustandes in Verbindung mit einer Einstufung der Widerstände in Abhängigkeit vom Sicherheitsanspruch (siehe 7.4.3).

3.1.15 Charakteristischer Wert

Betrag einer Einwirkungs- oder Widerstandsgröße, der den ungünstigsten maßgebenden Zustand beschreibt; gekennzeichnet durch den Index "k".

Anmerkung:

Der charakteristische Wert ist auf der "sicheren Seite" vom Mittelwert der geotechnischen Größe zu wählen. Der Abstand gegenüber dem Mittelwert kann bei ausreichender Datenbasis und gleichmäßigem Baugrund klein, muß aber bei mangelhafter Datenbasis und ungleichmäßigem Baugrund groß angenommen werden.

3.1.16 Bemessungswert

Betrag einer Einwirkungs- oder Widerstandsgröße, mit dem ein Grenzzustand nachzuweisen ist; gekennzeichnet durch den Index "d".

3.1.17 Teilsicherheitsbeiwert

Faktor bzw. Divisor zur Umwandlung eines charakteristischen Wertes durch Multiplikation bzw. Division in einen Bemessungswert.

3.1.18 Additives Sicherheitselement

Additiver Zu- oder Abschlag, mit dem ein charakteristischer Wert in einen Bemessungswert umgewandelt wird.

3.1.19 Nennwert

Betrag einer Größe, die nicht über Teilsicherheitsbeiwerte oder additive Sicherheitselemente, sondern unmittelbar festgelegt wird (z.B. Bemessungsquerschnitt).

3.1.20 Beobachtungsmethode

Kombination von Prognosen, Beobachtungen in situ und technischen Maßnahmen (siehe Abschnitt 6).

3.1.21 Bauzustand

Kurzfristiger und überwachter Zustand während der Bauzeit.

3.1.22 Einwirkungen

Am Bauwerk oder Boden angreifende konzentrierte oder verteilte Lasten (direkte Einwirkungen) bzw. dem Tragwerk oder Boden aufgezwungene Verformungen (indirekte Einwirkungen). Auch Schnittgrößen von Bauteilen sowie Erd- und Porenwasserdrücke können bei bestimmten Nachweisen als Einwirkungen aufgefaßt werden.

3.1.23 Gründungslasten

Als direkte Einwirkungen an Flach- und Tiefgründungskörpern anzusetzende Bemessungsschnittgrößen aus einem Tragwerk (siehe 7.1.2).

3.1.24 Seitendruck

Der Seitendruck ist der Druck des Bodens auf Konstruktionsteile infolge einer Fließbewegung.

3.1.25 Widerstand

Einem Grenzzustand entgegenwirkende Kraft oder Schnittgröße am Tragwerk oder im Boden, die durch Festigkeit oder Steifigkeit des Bodens oder der Baustoffe verursacht wird.

Anmerkung:

Die Aufteilung nach Einwirkungen und Widerständen hängt von der Schnittführung und den Mechanismen ab und kann daher wechseln.

3.1.26 Gründungssohle

Waagerechte oder geneigte Fläche eines Gründungskörpers, über die Kräfte in den Baugrund nach unten übertragen werden.

3.1.27 Flachgründung

Gründungskörper mit geringer Einbindetiefe, bei dem die Lasten überwiegend in der Gründungssohle übertragen werden.

3.1.28 Flächengründung

Gründungskörper mit beliebiger Einbindetiefe, durch den Lasten über eine Gründungssohle flächig übertragen werden.

3.1.29 Sohldruck

Kontaktdruckspannung in der Gründungssohle.

3.1.30 Pfahlgründung

Gründung, bei der Bauwerkslasten über Einzelpfähle oder Pfahlgruppen in den Baugrund übertragen werden.

3.1.31 Einzelpfahl

Pfahl, bei dem sich das Tragverhalten der Pfähle gegenseitig nicht beeinflusst.

3.1.32 Pfahlgruppe

Anordnung von Pfählen, bei der sich das Tragverhalten der Pfähle durch Gruppenwirkung gegenseitig beeinflusst.

3.1.33 Spitzendruckpfahl

Pfahl, der die Pfahllast überwiegend durch den Pfahlfußwiderstand in den Baugrund abträgt.

3.1.34 Reibungspfahl

Pfahl, der die Pfahllast überwiegend über den Mantelwiderstand in den Baugrund abträgt.

3.1.35 Zugpfahl

Pfahl, der die Zuglast über die gesamte Einbindelänge in den Baugrund einleitet.

3.1.36 Verankerungen

Ankergruppen, die aus Zugpfählen oder Verpreßankern gebildet werden.

3.1.37 Verpreßanker

Ankerelemente, welche die Zuglast nur im Bereich eines Verpreßkörpers in den Baugrund einleiten und deren Tragfähigkeit durch Spannen überprüft wird.

3.1.38 Hang

Ein Hang ist ein Erdkörper mit einer natürlich entstandenen geneigten Geländeoberfläche.

3.1.39 Böschung

Eine Böschung ist ein Erdkörper mit einer durch Abtrag oder Auffüllen künstlich hergestellten geneigten Geländeoberfläche, im Grenzfall einer senkrechten Wand.

3.1.40 Stützkonstruktion

Eine Stützkonstruktion ist eine bauliche Anlage zur vorübergehenden oder dauernden Sicherung eines Höhenunterschieds im Gelände gegen Bruch oder gegen unzuträgliche Verformung.

Anmerkung:

Zu den Stützkonstruktionen werden gezählt: alle Arten von Wänden, z.B. massive und aus Blöcken bestehende Gewichtsstützwände, Winkelstützwände, waagerechter und senkrechter Grabenverbau, Grabenverbaugeräte, Spundwände, Trägerbohlwände, Pfahlwände, Elementwände und Schlitzwände; weiterhin bewehrte Erdkörper, z.B. Nagelwände oder Geotextilwände. Als Stützkonstruktionen werden auch vollständig in den Baugrund eingebrachte Bauteile verstanden, die dessen Ertüchtigung bezwecken, z.B. Bodendübel oder Stützscheiben bzw. Stützkörper.

3.2 Formelzeichen

Tabelle 1: Formelzeichen

Formelzeichen	Benennung	Einheit	Abschnitt
A	Grundfläche des Gründungskörpers	m^2	9.5.2, Gl.(3)
A'	reduzierte Grundfläche des Gründungskörpers	m^2	9.7.1
A_b	Pfahlfußfläche	m^2	Anh. D, Gl.(D.3)
A_s	Querschnittsfläche des Stahlzugliedes	m^2	10.4.5, Gl.(9)
A_{si}	i -te Teilfläche des Pfahlmantels	m^2	Anh. D, Gl.(D.3)
a_d	Bemessungswert für die Adhäsion des Bodens	kN/m^2	7.3.2
a_k	charakteristischer Wert für die Adhäsion des Bodens	kN/m^2	7.3.2
a_L	Pfahlachsabstand in Richtung der horizontalen Einwirkung	m	Anh. G, Bild G.1
a_Q	Pfahlachsabstand quer zur Richtung der horizontalen Einwirkung	m	Anh. G, Bild G.2
a_s	Seitenlänge eines Pfahles mit quadratischem Querschnitt	m	Anh. E, Tab. E.2
b	Breite des Streifenfundamentes	m	9.7.2.2
b'	reduzierte Breite des Streifenfundamentes	m	9.7.2.2
b_x	Breite des Gründungskörpers in x-Richtung	m	9.7.1
b_y	Breite des Gründungskörpers in y-Richtung	m	9.7.1
b'_x	reduzierte Breite des Gründungskörpers in x-Richtung	m	9.7.1
b'_y	reduzierte Breite des Gründungskörpers in y-Richtung	m	9.7.1
C_i	horizontale Federkonstante des Einzelpfahls	kN/m^3	Anh. G, Gl.(G.12)
c	Kohäsion des Bodens	kN/m^2	7.3.2
c_k	charakteristischer Wert für die Kohäsion des Bodens	kN/m^2	11.6.2, Gl.(23)
c_u	Scherfestigkeit des undränierten Bodens	kN/m^2	Anh. D
c_{uk}	charakteristischer Wert für die Scherfestigkeit des undränierten Bodens	kN/m^2	9.5.2, Gl.(3)
D	Lagerungsdichte	-	Anh. C, Tab. C.1
D	Pfahlschaftdurchmesser	m	10.4.4
D_F	Pfahlfußdurchmesser	m	10.5.1, Gl.(14)
D_{Pr}	Verdichtungsgrad	%	Anh. C, Tab. C.1
d	Einbindetiefe	m	9.7.2.3

(fortgesetzt)

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Formelzeichen	Benennung	Einheit	Abschnitt
E	Elastizitätsmodul	kN/m ²	Anh. G, Gl.(G.4)
E_{ad}	Bemessungswert für die aktive Erddrucklast	kN/m	9.3.3
E_{phd}^*	Bemessungswert für die Horizontalkomponente des räumlichen Erdwiderstandes	kN/m	10.5.2
E_{phk}^*	charakteristischer Wert für die Horizontalkomponente des räumlichen Erdwiderstandes	kN/m	10.4.4
E_{ptd}	Bemessungswert für die sohlparallele Komponente des Erdwiderstandes	kN/m	9.5.2, Gl.(2)
E_{sk}	charakteristischer Wert für den Steifemodul	kN/m ²	10.4.4, Gl.(8)
E_v	Vertikalkomponente der Erddrucklast	kN/m	9.5.3
E_{vd}	Bemessungswert für die Vertikalkomponente der Erddrucklast	kN/m	9.5.3, Gl.(5)
E_{vk}	charakteristischer Wert für die Vertikalkomponente der Erddrucklast	kN/m	9.5.3
e_{phd}	Bemessungswert für die Horizontalkomponente der Erdwiderstandsspannung	kN/m ²	10.5.2, Gl.(17)
e_{phk}	charakteristischer Wert für die Horizontalkomponente der Erdwiderstandsspannung	kN/m ²	10.5.2, Gl.(17)
e_{phk}^*	charakteristischer Wert für die Horizontalkomponente der räumlichen Erdwiderstandsspannung	kN/m ²	10.4.4
e_x	Außermitteigkeit der Gründungslast in x-Richtung	m	9.7.1
e_y	Außermitteigkeit der Gründungslast in y-Richtung	m	9.7.1
F_{sk}	charakteristischer Wert für den Bauteilwiderstand eines Stahlzuggliedes	kN	10.4.5, Gl.(9)
G_d	Bemessungswert der abwärts gerichteten ständigen Einwirkungen	kN	9.5.3, Gl.(5)
G'_d	Bemessungswert der abwärts gerichteten ständigen Einwirkung aus Bodeneigengewicht unter Auftrieb	kN	11.6.9, Gl.(24)
H	Horizontalkomponente der Gründungslast	kN	9.7.2.4
H_0	horizontale Einwirkung am Pfahlkopf	kN	Anh. G, Gl.(G.12)
H_G	auf eine Pfahlgruppe wirkende horizontale Einwirkung	kN	Anh. G, Gl.(G.1)
H_i	horizontale Einwirkung auf den i -ten Pfahl innerhalb einer Pfahlgruppe	kN	Anh. G, Gl.(G.1)
I	Flächenmoment 2. Grades	m ⁴	Anh. G, Gl.(G.4)
I_C	Konsistenzzahl	-	Anh. E
I_P	Plastizitätszahl	%	9.7.3
K_0	Erdruhedruckbeiwert	kN/m ²	10.3.1

(fortgesetzt)

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Formelzeichen	Benennung	Einheit	Abschnitt
K_s	Kriechmaß	mm	10.4.5
k_s	Bettungsmodul	kN/m ³	Anh. G, Gl.(G.3)
k_{sE}	Bettungsmodul des Einzelpfahls	kN/m ³	Anh. G, Gl.(G.8)
k_{sk}	charakteristischer Wert für den Bettungsmodul	kN/m ³	10.4.4
k_{sd}	Bemessungswert für den Bettungsmodul	kN/m ³	10.5.2, Gl.(16)
k_{si}	Bettungsmodul des i -ten Pfahls in einer Pfahlgruppe	kN/m ³	Anh. G
L	elastische Länge eines Einzelpfahls	m	Anh. G, Gl.(G.4)
l	Pfahllänge	m	Anh. G
N	Anzahl der Pfahlprobebelastungen	-	10.4.2, Tab. 3
N_d	Bemessungswert für die senkrecht zur Sohlfläche gerichtete Komponente der Einwirkungen	kN	9.5.1, Gl.(1)
N_{10}	Anzahl der Schläge je 10 cm Eindringung bei der Schweren Rammsondierung	-	Anh. D, Gl.(D.5)
N_{30}	Anzahl der Schläge je 30 cm Eindringung beim Standard-Penetration-Test	-	Anh. D, Tab. D.6
n	Anzahl der Lastwechsel	-	Anh. F, Tab. F.2
n_{hE}	Bettungsmodul des Einzelpfahls in der Tiefe $z = D$	kN/m ³	Anh. G, Gl.(G.3)
n_{hi}	Bettungsmodul des i -ten Pfahls in einer Pfahlgruppe in der Tiefe $z = D$	kN/m ³	Anh. G, Gl.(G.5)
q_{bk}	charakteristischer Bruchwert für den Pfahlspitzendruck	kN/m ²	Anh. D, Tab. D.5
q_{bk}	charakteristischer Wert für den Pfahlspitzendruck	kN/m ²	Anh. D, Gl.(D.3)
q_c	Spitzenwiderstand der Drucksonde	kN/m ²	Anh. C, Tab. C.1
q_{ck}	charakteristischer Wert für den Drucksondierspitzenwiderstand	kN/m ²	Anh. D
q_{sk}	charakteristischer Wert für die Pfahlmantelreibung	kN/m ²	Anh. E
q_{s1k}	charakteristischer Bruchwert für die Pfahlmantelreibung	kN/m ²	Anh. D, Tab. D.5
q_{si1k}	charakteristischer Bruchwert für die Pfahlmantelreibung in der Schicht i	kN/m ²	Anh. F, Gl.(F.1)
q_{sik}	charakteristischer Wert für die Pfahlmantelreibung in der Schicht i	kN/m ²	Anh. D, Gl.(D.3)
q_{uk}	charakteristischer Wert der einaxialen Druckfestigkeit von Fels	kN/m ²	Anh. D, Tab. D.5
R	Widerstand eines Einzelpfahls	kN	10.4.2
R_1	Pfahl- bzw. Ankerwiderstand im Grenzzustand der Tragfähigkeit	kN	10.4.1

(fortgesetzt)

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Formelzeichen	Benennung	Einheit	Abschnitt
R_2	Pfahl- bzw. Ankerwiderstand im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	kN	10.4.1
R_{1d}	Bemessungswert für den Pfahl- bzw. Ankerwiderstand im Grenzzustand der Tragfähigkeit	kN	10.5.1, Gl.(10)
R_{2d}	Bemessungswert für den Pfahl- bzw. Ankerwiderstand im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	kN	10.6.1, Gl.(21)
R_{1k}	charakteristischer Wert für den Pfahl- bzw. Ankerwiderstand im Grenzzustand der Tragfähigkeit	kN	10.4.5
R_{2k}	charakteristischer Wert für den Pfahl- bzw. Ankerwiderstand im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	kN	10.6.1, Gl.(21)
R_b	Fußwiderstand eines Einzelpfahls	kN	10.4.2
R_{bk}	charakteristischer Wert für den Fußwiderstand eines Einzelpfahls	kN	10.5.1, Gl.(12)
R_k	charakteristischer Wert für den Pfahlwiderstand	kN	10.4.2
R_{min}	ungünstigstes Pfahlprobelastungsergebnis	kN	10.4.2, Tab. 3
R_{mittel}	Mittelwert der Pfahlprobelastungsergebnisse	kN	10.4.2, Tab. 3
R_{nd}	Bemessungswert für den Sohldruckwiderstand	kN	9.5.1, Gl.(1)
R_s	Mantelwiderstand eines Einzelpfahls	kN	10.4.2
R_{s1k}	charakteristischer Bruchwert für den Mantelwiderstand eines Einzelpfahles	kN	Anh. F, Gl.(F.1)
R_{sk}	charakteristischer Wert für den Mantelwiderstand eines Einzelpfahls	kN	10.5.1, Gl.(12)
R_{tcd}	Bemessungswert für den Schubwiderstand infolge Kohäsion	kN	11.6.2, Gl.(23)
R_{td}	Bemessungswert für den Sohlschubwiderstand	kN	9.5.2, Gl.(2)
R_{tk}	charakteristischer Wert für den Sohlschubwiderstand	kN	9.5.2, Gl.(3)
R_{zd}	Bemessungswert für den Zugwiderstand aus Verankerungen	kN	9.5.3, Gl.(5)
S	Einwirkung	kN	10.3.1
S_{1d}	Bemessungswert für die Einwirkung im Grenzzustand der Tragfähigkeit	kN	10.5.1, Gl.(10)
S_{2d}	Bemessungswert für die Einwirkung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	kN	10.6.1, Gl.(21)
S_d	Bemessungswert für die Einwirkung	kN	10.5.3
S'_d	Bemessungswert der aufwärts gerichteten Einwirkung aus Strömungsdruck	kN	11.6.9, Gl.(24)
S'_k	charakteristischer Wert der aufwärts gerichteten Einwirkung aus Strömungsdruck	kN	11.6.9

(fortgesetzt)

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Formelzeichen	Benennung	Einheit	Abschnitt
s	Setzung des Pfahlkopfes	m	Anh. D, Bild D.1
s_1	Setzung im Grenzzustand der Tragfähigkeit	m	10.5.1, Gl.(14)
s_{2k}	charakteristischer Wert für die zulässige Setzung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	m	10.6.1
s_g	Grenz-/Bruchsetzung	m	Anh. D, Bild D.1
s_{sg}	Grenzsetzung Pfahlmantelwiderstand (Druck)	m	Anh. D, Gl.(D.2)
$s_{sg,zug}$	Grenzsetzung Pfahlmantelwiderstand (Zug)		Anh. D, Gl.(D.4)
T_d	Bemessungswert für die Einwirkungen in Richtung des Gleitens	kN	9.5.2, Gl.(2)
T_{Gd}	Bemessungswert für die ständigen Einwirkungen in Richtung des Gleitens	kN	9.5.2
T_{Qd}	Bemessungswert für die veränderlichen Einwirkungen in Richtung des Gleitens	kN	9.5.2
U	Ungleichförmigkeitszahl	-	Anh. A
V	Vertikalkomponente der Gründungslast	kN	9.7.2.4
W_d	Bemessungswert für die aufwärts gerichtete resultierende Einwirkung aus Wasserdruck	kN	9.5.3, Gl.(5)
w_L	Fließgrenze	%	Anh. A, Tab. A.2
y_0	horizontale Pfahlkopfverschiebung	m	Anh. G, Gl.(G.12)
z	variable Tiefe	m	Anh. G, Gl.(G.3)
α_L	Abminderungsfaktor innerhalb einer Pfahlgruppe in Richtung der horizontalen Einwirkung	-	Anh. G, Gl.(G.2)
α_Q	Abminderungsfaktor innerhalb einer Pfahlgruppe quer zur Richtung der horizontalen Einwirkung	-	Anh. G, Gl.(G.2)
α_{QA}	Abminderungsfaktor innerhalb einer Pfahlgruppe für einen Außenpfahl quer zur Richtung der horizontalen Einwirkung	-	Anh. G, Bild G.2
α_{QZ}	Abminderungsfaktor innerhalb einer Pfahlgruppe für einen Innenpfahl quer zur Richtung der horizontalen Einwirkung	-	Anh. G, Bild G.2
α_i	Abminderungsfaktor des i -ten Pfahls innerhalb einer Pfahlgruppe	-	Anh. G, Gl.(G.2)
β_{sk}	charakteristischer Wert für die Nennstreckgrenze des Stahls	kN/m ²	10.4.5, Gl.(9)
γ_A	Teilsicherheitsbeiwert für Verpreßanker	-	7.3.1, Tab. 2
γ_B	Teilsicherheitsbeiwert für flexible Bewehrungselemente	-	7.3.1, Tab. 2

(fortgesetzt)

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Formelzeichen	Benennung	Einheit	Abschnitt
γ_{E0g}	Teilsicherheitsbeiwert für den Erdruchedruck (ständig)	-	7.1.3, Tab. 1
γ_{E0q}	Teilsicherheitsbeiwert für den Erdruchedruck (veränderlich)	-	7.1.3, Tab. 1
γ_{Eg}	Teilsicherheitsbeiwert für den Erddruck (ständig)	-	7.1.3, Tab. 1
γ_{Ep}	Teilsicherheitsbeiwert für der Erdwiderstand	-	7.3.1, Tab. 2
γ_{Eq}	Teilsicherheitsbeiwert für den Erddruck (veränderlich)	-	7.1.3, Tab. 1
γ_F	Teilsicherheitsbeiwert für den Flüssigkeitsdruck	-	7.1.3, Tab. 1
γ_G	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen	-	7.1.3, Tab. 1
γ_{Gsup}	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen (ungünstig)	-	7.1.3, Tab. 1
γ_{Ginf}	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen (günstig)	-	7.1.3, Tab. 1
γ_H	Teilsicherheitsbeiwert für den Seitendruck (ständig)	-	7.1.3, Tab. 1
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für die Mantelreibung (ständig)	-	7.1.3, Tab. 1
γ_N	Teilsicherheitsbeiwert für Bodennägel	-	7.3.1, Tab. 2
γ_P	Teilsicherheitsbeiwert für Einzelpfähle (Druck und Zug, axial)	-	7.3.1, Tab. 2
γ_{Qsup}	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen (ungünstig)	-	7.1.3, Tab. 1
γ_{Qinf}	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen (günstig)	-	7.1.3, Tab. 1
γ_S	Teilsicherheitsbeiwert für den Sohldruckwiderstand	-	7.3.1, Tab. 2
γ_{St}	Teilsicherheitsbeiwert für den Sohlschubwiderstand	-	7.3.1, Tab. 2
γ_φ	Teilsicherheitsbeiwert für den Reibungsbeiwert $\tan \varphi$	-	7.3.1, Tab. 2
γ_c	Teilsicherheitsbeiwert für die Kohäsion des dränierten Bodens	-	7.3.1, Tab. 2
γ_{cu}	Teilsicherheitsbeiwert für die Scherfestigkeit des undränierten Bodens	-	7.3.1, Tab. 2
γ_k	charakteristischer Wert für die Wichte (erdfeucht)	kN/m ³	Anh. A, Tab. A.1
γ'_k	charakteristischer Wert für die Wichte unter Auftrieb	kN/m ³	Anh. A, Tab. A.1
γ_{rk}	charakteristischer Wert für die Wichte (wassergesättigt)	kN/m ³	Anh. A, Tab. A.1
δ	Wandreibungswinkel	°	7.3.2
δ_d	Bemessungswert für den Wandreibungswinkel	°	7.3.4
δ_k	charakteristischer Wert für den Wandreibungswinkel	°	7.3.4
δ_s	Lastneigungswinkel	°	9.7.2.4

(fortgesetzt)

Tabelle 1 (abgeschlossen)

Formelzeichen	Benennung	Einheit	Abschnitt
δ_{sk}	charakteristischer Wert für den Sohlreibungswinkel	°	9.5.2
δ'_{sk}	charakteristischer Wert für den effektiven Sohlreibungswinkel	°	9.5.2
η_N	Anpassungsfaktor zur Berücksichtigung der Anzahl N der durchgeführten Pfahlprobelastungen	-	10.4.2
η_s	Anpassungsfaktor bei hydraulischem Grundbruch	-	11.6.9
η	Anpassungsfaktor zur Berücksichtigung von Widerstandseinflüssen $\eta = \eta_N \cdot \eta_z$	-	10.5.1, Gl.(11)
η_z	Anpassungsfaktor zur Berücksichtigung von zyklischen Einwirkungen auf das Pfahltragverhalten	-	10.4.2
μ	Abminderungsfaktor für die Scherfestigkeit des undrained Bodens bei Flügelsondierungen	-	Anh. D
σ'_z	effektive Vertikalspannung im Boden	kN/m ²	10.3.1
σ_{vorh}	Bemessungswert für den einwirkenden Sohldruck	kN/m ²	9.7.1
σ_{zul}	Bemessungswert für den aufnehmbaren Sohldruck	kN/m ²	9.7.1
φ	Reibungswinkel des Bodens	°	7.3.2
φ_k	charakteristischer Wert für den Reibungswinkel des Bodens	°	7.3.4
φ'_k	charakteristischer Wert für den effektiven Reibungswinkel des Bodens	°	9.5.2

4 Geotechnische Kategorien (GK)

Die Mindestanforderungen an Umfang und Qualität geotechnischer Untersuchungen, Berechnungen und Überwachungsmaßnahmen können nach drei geotechnischen Kategorien (GK) abgestuft werden, die (1) ein geringes, (2) ein normales und (3) ein hohes geotechnisches Risiko bezeichnen. Sie richten sich nach der zu erwartenden Reaktion von Boden bzw. Fels, nach dem geotechnischen Schwierigkeitsgrad des Tragwerks und seinen Einflüssen auf seine Umgebung:

GK 1:

Erd- oder Grundbauwerke, deren Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit, bzw. Baumaßnahmen, deren geotechnische Auswirkung aufgrund gesicherter Erfahrung beurteilt werden können. Im Zweifelsfall sollte ein Sachverständiger für Geotechnik hinzugezogen werden.

GK 2:

Erd- oder Grundbauwerke sowie geotechnische Maßnahmen, bei denen die Grenzzustände durch ingenieurmäßige rechnerische Nachweise untersucht werden müssen. Im Regelfall sollte ein Sachverständiger für Geotechnik hinzugezogen werden.

GK 3:

Erd- oder Grundbauwerke sowie geotechnische Maßnahmen mit hohem geotechnischem Risiko. Ein Sachverständiger für Geotechnik ist erforderlich. Bauwerke oder Baumaßnahmen, bei denen die Beobachtungsmethode angewendet werden soll, sind in die GK 3 einzustufen.

Die Einordnung in eine geotechnische Kategorie erfolgt ggf. zu Beginn der Arbeiten vorläufig; eine Änderung aufgrund der Befunde ist möglich und ggf. notwendig. Detaillierte Zuordnungen finden sich in den Abschnitten 9 bis 11. Die Verwendung dieser Kategorien wird empfohlen, ist aber nicht zwingend notwendig.

5 Grundsätze für Sicherheitsnachweise

Im Regelfall ist nachzuweisen, daß Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZ 1A, GZ 1B und GZ 1C) und der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2) mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen sind. Soweit rechnerisch möglich, ist die Sicherheit nachgewiesen, wenn die Ungleichungen für Grenzzustände mit Bemessungswerten (Bemessungssituationen) nicht verletzt sind. Die jeweils ungünstigsten Mechanismen und Kombinationen sind anzusetzen. Die hydraulischen Bedingungen sind zu berücksichtigen. Bei jedem Nachweis sind die Gleichgewichtsbedingungen einzuhalten. Wenn ein unterer und ein oberer charakteristischer Wert ausgewiesen ist, ist der jeweils ungünstigere von beiden in der Berechnung zu verwenden.

Teilsicherheitsbeiwerte und additive Sicherheitselemente sollen zufällige Abweichungen der streuenden Basisvariablen abdecken und das geforderte Sicherheitsniveau sicherstellen.

Mit der Bemessung von Konstruktionsteilen wird belegt, daß deren Abmessungen ausreichend gewählt worden sind; z.B. Sohlbreite, Einbindetiefe und Bewehrung von Fundamenten, Einbindetiefe und Profil von Spundwänden. Als erdstatische Verfahren kommen u.a. dafür in Frage: Gleitsicherheitsnachweis, Grundbruchnachweis, Ermittlung von Erddruck und Erdwiderstand. Darüber hinaus richten sich die Nachweise nach den werkstoffspezifischen Normen. Der Nachweis der Lagesicherheit und der Gesamtstandsicherheit belegt, daß Erd- und Baukörper als Ganzes standsicher sind. Als erdstatische Verfahren kommen u.a. in Frage: Auftriebsnachweis, Geländebruchnachweis, Nachweis der Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge.

Die Nachweise dürfen auch wie folgt geführt werden:

- durch Wahl der Abmessungen aufgrund gesicherter örtlicher Erfahrung;
- durch Verwendung zulässiger Sohldrücke für Flachgründungen (siehe Abschnitt 9);
- durch Nachweis der Tragfähigkeit ohne gesonderten Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2), insbesondere bei mindestens steifen bindigen und mindestens mitteldicht gelagerten nichtbindigen Böden, wenn erfahrungsgemäß die Verformungen des Bodens klein genug bleiben;
- durch Anwendung der Beobachtungsmethode (siehe Abschnitt 6)

6 Beobachtungsmethode

In Fällen, in denen eine Vorhersage des Baugrundverhaltens allein aufgrund von vorab durchgeführten Baugrunduntersuchungen und von rechnerischen Nachweisen nicht mit ausreichender Zuverlässigkeit möglich ist, sollte die Beobachtungsmethode angewendet werden.

Anmerkung:

Die Beobachtungsmethode ist eine Kombination der üblichen Untersuchungen und Nachweise (Prognosen) mit der laufenden meßtechnischen Kontrolle des Bauwerkes während dessen Herstellung, wobei kritische Situationen durch die Anwendung vorbereiteter technischer Maßnahmen beherrscht werden. Die Unsicherheit der Prognose wird dabei soweit wie möglich durch deren ständige Anpassung an die tatsächlichen Verhältnisse ausgeglichen.

Beobachtungen allein können die Prognose nicht ersetzen, da ohne diese keine Ausführungsplanung möglich ist. Grenzzustände, die weder ausreichend genau berechnet noch durch Beobachtung rechtzeitig erkannt werden können, sind durch Arbeiten auf der sicheren Seite und durch konstruktive Maßnahmen zu verhindern. Rechnerische Prognosen sind, so weit möglich, durch Erfahrungen mit vergleichbaren Baumaßnahmen zu ergänzen.

Anmerkung:

Die Beobachtungsmethode genügt allein als Sicherheitsnachweis nicht, wenn – z.B. beim hydraulischen Grundbruch oder Setzungsfließen – das Versagen nicht erkennbar ist und sich nicht rechtzeitig ankündigt.

Vor Baubeginn sind folgende Vorbereitungen zu treffen:

- Die zur Schadensverhinderung einzuhaltenden Grenzen des Bauwerks- und Baugrundverhaltens sind festzulegen;
- Der Bereich, in dem das Bauwerksverhalten voraussichtlich liegen wird, ist aufgrund der vorliegenden Erkundungsergebnisse rechnerisch zu ermitteln. Es ist nachzuweisen, daß das Bauwerksverhalten mit hinreichender Wahrscheinlichkeit innerhalb der einzuhaltenden Grenzen liegt.
- Es ist ein Meßprogramm aufzustellen, durch das anhand maßgebender Größen geprüft werden kann, ob das tatsächliche Bauwerksverhalten innerhalb der einzuhaltenden Grenzen liegt. Die Meßintervalle sowie die Zeit zwischen Messung und Ergebnis-Analyse sind in Abhängigkeit vom Baufortschritt und den möglichen Entwicklungen des Bauwerksverhaltens so zu wählen, daß gegebenenfalls erforderliche Korrekturmaßnahmen rechtzeitig durchgeführt werden können.

- Für jeden möglichen Fall, in dem Messungen die Überschreitung einzuhaltender Grenzen anzeigen, sind Gegenmaßnahmen zu entwickeln und in die Ausführungsplanung aufzunehmen.

Während der Bauarbeiten ist die plangemäße Durchführung des Meßprogramms ebenso wie dessen rechtzeitige Auswertung sicherzustellen. Die geplanten Gegenmaßnahmen müssen jederzeit bei Bedarf ausgeführt werden können. Abweichungen vom Plan sind zu dokumentieren.

Wenn die Messungen günstigere Verhältnisse als erwartet anzeigen, darf die Beobachtungsmethode auch zur Optimierung der Bemessung und des Bauablaufs verwendet werden.

7 Einwirkungen und Widerstände

7.1 Direkte Einwirkungen

7.1.1 Allgemeines

Es wird zwischen direkten Einwirkungen auf Gründungskörper von Tragwerken (Gründungslasten) und direkten grundbauspezifischen Einwirkungen unterschieden:

- a) Die direkten Einwirkungen auf Gründungskörper von Tragwerken nach 7.1.2 ergeben sich als Bemessungsschnittgrößen aus statischen Berechnungen eines Tragwerkes nach den dafür geltenden Regeln und Normen mit den Teilsicherheitsbeiwerten und den Einwirkungs-Kombinationen nach DIN V ENV 1991-1.
- b) Die direkten grundbauspezifischen Einwirkungen nach 7.1.3 bis 7.1.9 werden als charakteristische Werte ausgewiesen. Daraus ergeben sich die Bemessungswerte
 - durch Multiplikation der charakteristischen Werte mit Teilsicherheitsbeiwerten,
 - durch Veränderung der charakteristischen Werte um additive Sicherheitselemente,
 - durch beschleunigungs- oder geschwindigkeitsabhängige Korrekturen bei dynamischen Einwirkungen.

Die Teilsicherheitsbeiwerte sind in Abhängigkeit von den Lastfällen in Tabelle 2 zusammengestellt. Näheres siehe 7.4.

Einwirkungen auf Gründungskörper von Tragwerken und grundbauspezifischen Einwirkungen können gleichzeitig auftreten.

Günstig wirkende veränderliche Einwirkungen dürfen nicht angesetzt werden.

Bei der Umwandlung von charakteristischen Werten in Bemessungswerte ist eine Einwirkung immer als einheitliches Ganzes zu behandeln. Wird eine Einwirkung in Komponenten zerlegt, so sind diese jeweils mit den gleichen Teilsicherheitsbeiwerten zu belegen.

7.1.2 Gründungslasten

Zur Bemessung von Flach- und Tiefgründungskörpern (GZ 1B) sind die Bemessungsschnittgrößen von ihnen getragener Konstruktionsteile (Gründungslasten) zu verwenden. Gründungslasten sind nach 7.1.1 mit den Teilsicherheitsbeiwerten und den Einwirkungs-Kombinationen für GZ 1B nach DIN V ENV 1991-1 zu ermitteln.

Zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2) sind Gründungslasten anzusetzen, die mit den Teilsicherheitsbeiwerten und Einwirkungs-Kombinationen nach DIN V ENV 1991-1 für GZ 2 ermittelt worden sind.

Bei der Bemessung von durch angeschlossene Konstruktionsteile ausgesteiften Fundamentgruppen, Pfahlrosten und Gründungsplatten ist die Umlagerung der Gründungslasten (Wechselwirkung Baugrund-Bauwerk) zu berücksichtigen. Bei solchen Gründungen ist auch die Gesamttragfähigkeit des Bodens (GZ 1C) nachzuweisen. Weitere Festlegungen siehe Abschnitte 9 und 10.

7.1.3 Eigengewicht

Charakteristische Werte der Wichten von Flüssigkeiten, Schüttgütern und Baustoffen sind nach DIN 1055-1 anzusetzen, soweit sie nicht in den Gründungslasten nach 7.1.2 enthalten sind. Die Wichten von Böden sind in der Regel aufgrund von Bodenuntersuchungen zu ermitteln. Wenn solche Untersuchungen nicht vorliegen, dürfen obere charakteristische Werte der Wichten den Tabellen A.1 und A.2 entnommen werden; Werte, die zu wirtschaftlicheren (oder kleineren) Abmessungen führen, dürfen nur aufgrund von Untersuchungen angesetzt werden.

Wirkt das Eigengewicht des Bodens überwiegend günstig (insbesondere beim Auftrieb und beim Grundbruch), sind einheitlich die unteren charakteristischen Werte der Wichten anzusetzen. Wenn keine Untersuchungen vorliegen, sind die Werte der Tabellen A.1 und A.2 bei erdfeuchten bzw. über dem Grundwasserspiegel liegenden Böden um 2 kN/m^3 , bei wassergesättigten und unter Auftrieb stehenden Böden um 1 kN/m^3 abzumindern. Sind günstige und ungünstige Eigengewichtsanteile untrennbar miteinander verbunden, sind diese wie ungünstig wirkende zu behandeln.

7.1.4 Flüssigkeitsdruck

Die charakteristischen Werte der Spiegelhöhen werden durch additive Sicherheitselemente zur sicheren Seite hin korrigiert, wobei Überläufe ggf. zu berücksichtigen sind. Mit der Wichte der Flüssigkeit sind daraus die charakteristischen Werte der Flüssigkeitsdrücke bzw. Strömungskräfte (bei Berechnung mit wirksamen Spannungen) zu ermitteln. Bei beidseitig belasteten Konstruktionsteilen ist die Differenz der beiden Flüssigkeitsdrücke maßgebend.

Beim Nachweis der Gesamtstandsicherheit flüssigkeitgestützter Erdkörper (GZ 1C) ist der charakteristische Wert der Wichte der Stützflüssigkeit anzusetzen. Zum Nachweis der Auftriebsicherheit (GZ 1A) siehe 9.5.3.

7.1.5 Erddruck

Bei der Ermittlung der Einwirkung auf eine lotrechte oder schräge Schnittfläche am oder im Boden darf, wenn diese ausreichend ausweichen kann, der charakteristische Wert des aktiven Erddrucks nach DIN V 4085-100 zugrundegelegt werden.

Geländeform und Flächenrichtung gehen mit ihren Nennwerten in die Berechnung ein. Der Winkel der Erddruckneigung ist gleich dem Wandreibungswinkel zu setzen, wenn eine ausreichende Relativverschiebung zu erwarten ist und soweit es das Gleichgewicht der zur Wand parallelen Kräfte zuläßt; das Vorzeichen ist zu berücksichtigen. Die Angriffshöhe der Erddruckkraft ist je nach der Art der Wandbewegung und Bodenart ohne Teilsicherheitsbeiwert nach DIN V 4085-100 zu wählen.

Bei der Berechnung des Erddrucks vorbelasteter bindiger Böden darf die Kohäsion in Bereichen, wo Verwitterung oder Aufweichung in Frage kommt, nicht angesetzt werden; statt dessen ist mit dem Winkel der Gesamtscherfestigkeit nach DIN 18137-1 zu rechnen.

Zur Bemessung verformungsarmer Stützkonstruktionen ist ein erhöhter aktiver Erddruck, in Ausnahmefällen der Erdruhedruck zugrunde zu legen. Näheres siehe 11.3.1 und 11.5.3.

7.1.6 Seitendruck

Der Seitendruck auf Bauteile, die in weichen bindigen Böden stehen, wird berechnet entweder

- als Differenz der Erddrücke auf die gegenüberliegenden Flächen der betroffenen Bauteile,

Tabelle 2: Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen

GZ	Einwirkungen	Formel- zeichen	Lastfall (LF)		
			1	2	3
1A	ständige Einwirkungen, ungünstig	γ_{Gsup}	1,00	1,00	1,00
	ständige Einwirkungen, günstig	γ_{Ginf}	0,90	0,90	0,95
	Flüssigkeitsdruck	γ_F	1,00	1,00	1,00
	veränderliche Einwirkungen, ungünstig	γ_{Qsup}	1,05	1,00	1,00
1B	ständige Einwirkungen, ungünstig	γ_{Gsup}	1,35	1,20	1,00
	ständige Einwirkungen, günstig	γ_{Ginf}	1,00	1,00	1,00
	Flüssigkeitsdruck	γ_F	1,35	1,20	1,00
	veränderliche Einwirkungen, ungünstig	γ_{Qsup}	1,50	1,30	1,00
	Seitendruck, ständig	γ_H	1,35	1,20	1,00
	Mantelreibung, ständig	γ_M	1,35	1,20	1,00
	Erddruck, ständig	γ_{Eg}	1,35	1,20	1,00
	Erddruck, veränderlich, ungünstig	γ_{Eq}	1,50	1,30	1,00
	Erdruhedruck, ständig	γ_{E0g}	1,20	1,10	1,00
	Erdruhedruck, veränderlich, ungünstig	γ_{E0q}	1,35	1,20	1,00
1C	ständige Einwirkungen	γ_G	1,00	1,00	1,00
	Flüssigkeitsdruck	γ_F	1,00	1,00	1,00
	veränderliche Einwirkungen, ungünstig	γ_{Qsup}	1,30	1,20	1,00
	Seitendruck, ständig	γ_H	1,00	1,00	1,00
	Mantelreibung, ständig	γ_M	1,00	1,00	1,00
	Erddruck, ständig	über Scherparameter mit Teilsicher- beiwerten nach Tabelle 3			
Erddruck, veränderlich, ungünstig					
2	1,00 für ständige Einwirkungen, günstig oder ungünstig 1,00 für veränderliche Einwirkungen, ungünstig				

oder

- als Fließdruck infolge Vorbeifließens des Bodens.

Beide Werte werden mit charakteristischen Bodenkenngrößen ermittelt. Der kleinere beider Werte ist maßgebend. Er ist mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_H anzusetzen.

7.1.7 Mantelreibung

Einwirkungen durch Schubkräfte auf die Seiten- oder Mantelflächen von im Boden eingebetteten Bauteilen sind als ständige Einwirkungen anzusetzen, wenn damit zu rechnen ist, daß sich der Boden relativ zum Bauteil überwiegend vertikal bewegt.