

DIN 1054**DIN**

ICS 93.020

Ersatz für
DIN 1054:2010-12,
DIN 1054/A1:2012-08 und
DIN 1054/A2:2015-11

**Baugrund –
Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau –
Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1**

Subsoil –
Verification of the safety of earthworks and foundations –
Supplementary rules to DIN EN 1997-1

Sol –
Vérification de la sécurité des travaux de terrassement et des fondations –
Règles supplémentaires à DIN EN 1997-1

Gesamtumfang 108 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Inhalt

	Seite
Vorwort	7
1 Anwendungsbereich	9
A 1.1.4 Anwendungsbereich DIN 1054	9
2 Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1:2009-09	9
Zu „1.2 Normative Verweisungen“	9
Zu „1.3 Voraussetzungen“	12
Zu „1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln“	12
Zu „1.5 Begriffe“	12
A 1.5.3 Weitere Begriffe	12
Zu „1.6 Symbole“	12
A 1.6 Ergänzende Symbole	13
Zu „2 Grundlagen der geotechnischen Bemessung“	18
Zu „2.1 Anforderungen an Entwurf, Berechnung und Bemessung“	18
A 2.1.1 Vorgaben zu Bemessungssituationen und Grenzzuständen	18
A 2.1.2 Geotechnische Kategorien	18
Zu „2.2 Bemessungssituationen“	21
Zu „2.4 Geotechnische Bemessung auf Grund von Berechnungen“	22
Zu „2.4.1 Allgemeines“	22
Zu „2.4.2 Einwirkungen“	22
Zu „2.4.5 Charakteristische Werte“	25
Zu „2.4.6 Bemessungswerte“	25
Zu „2.4.7 Grenzzustände der Tragfähigkeit“	26
Zu „2.4.8 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit“	35
Zu „2.4.9 Grenzwerte für Fundamentbewegungen“	36
Zu „2.5 Entwurf und Bemessung aufgrund von anerkannten Tabellenwerten“	36
Zu „2.7 Beobachtungsmethode“	36
Zu „2.8 Geotechnischer Entwurfsbericht“	38
Zu „3 Geotechnische Unterlagen“	38
Zu „3.1 Allgemeines“	38
A 3.1.1 Nichtbindige Böden	38
A 3.1.2 Bindige Böden	38
A 3.1.3 Organische und organogene Böden	38
Zu „3.2 Geotechnische Untersuchungen“	39
Zu „3.2.1 Allgemeines“	39
Zu „3.3 Ableitung geotechnischer Kenngrößen“	39
Zu „3.3.1 Allgemeines“	39
Zu „3.3.2 Ansprache der Boden- und Felsart“	39
Zu „3.3.3 Wichte“	39
Zu „3.3.6 Scherfestigkeit“	40
Zu „3.3.7 Bodensteifigkeit“	40
Zu „3.3.9 Kenngrößen für die Durchlässigkeit und Konsolidation von Boden und Fels“	41
Zu „3.4 Geotechnischer Untersuchungsbericht“	41
Zu „3.4.1 Anforderungen“	41
Zu „3.4.2 Darstellung der geotechnischen Befunde“	41
Zu „3.4.3 Bewertung der geotechnischen Befunde“	41

Zu „4 Bauüberwachung, Kontrollmessungen und Instandhaltung“	41
Zu „4.1 Allgemeines“	41
Zu „4.2 Bauüberwachung“	41
Zu „4.5 Kontrollmessungen“	42
Zu „6 Flächengründungen“	42
Zu „6.1 Allgemeines“	42
A 6.1.1 Anwendungsbereich und allgemeine Anforderungen	42
A 6.1.2 Einstufung in die Geotechnischen Kategorien	42
Zu „6.4 Gesichtspunkte bei Bemessung und Ausführung“	43
Zu „6.5 Nachweise für den Grenzzustand der Tragfähigkeit“	43
Zu „6.5.1 Gesamtstandsicherheit“	43
Zu „6.5.3 Gleitwiderstand“	44
Zu „6.5.4 Stark exzentrische Belastung“	45
Zu „6.6 Bemessung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit“	46
Zu „6.6.1 Allgemeines“	46
Zu „6.6.2 Setzung“	46
A 6.6.5 Fundamentverdrehung und Begrenzung einer klaffenden Fuge	47
A 6.6.6 Verschiebungen in der Sohlfläche	48
Zu „6.7 Gründungen auf Fels; ergänzende Gesichtspunkte bei Entwurf und Bemessung“	49
Zu „6.8 Bemessung der Bauteile von Flächengründungen“	49
A 6.10 Vereinfachter Nachweis in Regelfällen	50
A 6.10.1 Allgemeines	50
A 6.10.2 Nichtbindiger Boden	51
A 6.10.3 Bindiger Boden	55
A 6.10.4 Fels	58
A 6.10.5 Künstlich hergestellter Baugrund	60
Zu „7 Pfahlgründungen“	60
Zu „7.1 Allgemeines“	60
A 7.1.1 Anwendungsbereich und allgemeine Anforderungen	60
A 7.1.2 Einstufung in die geotechnischen Kategorien	60
Zu „7.2 Grenzzustände“	61
Zu „7.3 Einwirkungen und Bemessungssituationen“	61
Zu „7.3.1 Allgemeines“	61
Zu „7.4 Verfahren und Gesichtspunkte bei Entwurf und Bemessung“	62
Zu „7.4.1 Entwurfs- und Bemessungsverfahren“	62
Zu „7.4.2 Gesichtspunkte bei der Bemessung“	62
Zu „7.5 Pfahlprobelbelastungen“	62
Zu „7.5.1 Allgemeines“	62
Zu „7.5.3 Dynamische Pfahlprobelbelastungen“	63
Zu „7.5.4 Probelbelastungsbericht“	63
Zu „7.6 Axial beanspruchte Pfähle“	63
Zu „7.6.3 Widerstand bei Zug“	69
Zu „7.6.4 Vertikalverschiebungen von Pfahlgründungen (Gebrauchstauglichkeit des gestützten Bauwerks)“	72
Zu „7.7 Quer beanspruchte Pfähle“	73
Zu „7.7.1 Allgemeines“	73
Zu „7.7.2 Widerstand gegen Querbeanspruchung aufgrund von Pfahlprobelbelastungen“	74
Zu „7.7.3 Widerstand gegen Querbeanspruchung aufgrund von Baugrunduntersuchungen und Kenngrößen der Pfahlfestigkeit“	74
Zu „7.8 Innere Bemessung des Pfahls“	75
Zu „7.9 Bauüberwachung“	75
Zu „8 Verankerungen“	75
Zu „8.1 Allgemeines“	75
Zu „8.1.1 Anwendungsbereich“	75

Zu „8.1.2 Definitionen“	76
A 8.1.3 Allgemeine Anforderungen.....	76
A 8.1.4 Einstufung in die Geotechnischen Kategorien.....	76
Zu „8.2 Grenzzustände“	77
Zu „8.4 Gesichtspunkte bei Bemessung und Ausführung“	77
Zu „8.5 Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit“	78
Zu „8.5.1 Bemessung der Anker“	78
Zu „8.5.3 Bemessungswerte des Herauszieh-Widerstands auf Grund von Berechnungen“	78
Zu „8.5.4 Bemessungswert des Materialwiderstands der Anker“	79
Zu „8.5.5 Bemessungswert der Ankerbeanspruchung“	80
A 8.5.6 Nachweise bei Ankergruppen.....	80
Zu „8.6 Bemessung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit“	80
Zu „8.7 Eignungsprüfungen“	80
Zu „8.8 Abnahmeprüfungen“	81
„Zu 8.9 Bauüberwachung und Kontrollmessungen“	82
Zu „9 Stützbauwerke“	82
Zu „9.1 Allgemeines“	82
Zu „9.1.1 Geltungsbereich“	82
A 9.1.3 Einstufung in die Geotechnischen Kategorien.....	82
A 9.1.4 Allgemeine Anforderungen.....	83
Zu „9.2 Grenzzustände“	83
Zu „9.3 Einwirkungen, geometrische Angaben und Bemessungssituationen“	83
Zu „9.4 Gesichtspunkte bei Bemessung und Ausführung“	84
Zu „9.4.1 Allgemeines“	84
Zu „9.4.2 Dränsysteme“	84
Zu „9.5 Erddruckermittlung“	84
Zu „9.5.1 Allgemeines“	84
Zu „9.5.5 Verdichtungswirkung“	85
A 9.5.6 Erdwiderstand (passiver Erddruck)	85
Zu „9.6 Wasserdrücke“	86
Zu „9.7 Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit“	87
Zu „9.7.1 Allgemeines“	87
Zu „9.7.2 Gesamtstandsicherheit“	89
Zu „9.7.3 Fundamentversagen bei Gewichtsstützwänden“	89
Zu „9.7.4 Versagen bodengestützter Wände durch Drehung“	90
Zu „9.7.5 Versagen bodengestützter Wände durch Vertikalbewegung“	90
Zu „9.7.6 Innere Bemessung von Stützbauwerken“	91
Zu „9.7.7 Versagen von Verankerungen“	92
A 9.7.8 Nachweis der Vertikalkomponente des mobilisierten Erdwiderstands.....	92
A 9.7.9 Versagen in der tiefen Gleitfuge.....	92
A 9.7.10 Versagen von flüssigkeitsgestützten Schlitten.....	92
Zu „9.8 Bemessung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit“	93
Zu „9.8.1 Allgemeines“	93
Zu „9.8.2 Verschiebungen“	94
Zu „10 Hydraulisch verursachtes Versagen“	94
Zu „10.1 Allgemeines“	94
A 10.1.1 Geltungsbereich und allgemeine Anforderungen.....	94
A 10.1.2 Einstufung in die Geotechnischen Kategorien	95
Zu „10.2 Versagen durch Aufschwimmen“	95
A 10.2.1 Allgemeines.....	95
A 10.2.2 Nachweis bei Mitwirkung von Scherkräften.....	95
A 10.2.3 Nachweis von verankerten Konstruktionen.....	96
A 10.2.4 Bemessung der Sohle.....	96
Zu „10.3 Hydraulischer Grundbruch“	96

Zu „10.4	Innere Erosion“	97
Zu „10.5	Versagen durch Piping“	97
Zu „11	Gesamtstandsicherheit“	97
Zu „11.1	Allgemeines“	97
A 11.1.1	Anwendungsbereich und allgemeine Anforderungen	97
A 11.1.2	Einstufung in die Geotechnischen Kategorien	97
Zu „11.3	Einwirkungen und Bemessungssituationen“	98
Zu „11.4	Gesichtspunkte bei Berechnung und Ausführung“	98
Zu „11.5	Berechnung im Grenzzustand der Tragfähigkeit“	98
Zu „11.5.1	Nachweis der Gesamtstandsicherheit“	98
Zu „11.5.2	Felsböschungen und Einschnitte“	99
Zu „11.5.3	Standicherheit von Baugruben“	99
A 11.5.4	Konstruktive Böschungssicherungen	99
Zu „11.6	Berechnung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit“	101
Zu „12	Erddämme“	101
Zu „12.1	Allgemeines“	101
A 12.1.1	Geltungsbereich und allgemeine Anforderungen	101
A 12.1.2	Einstufung in die Geotechnischen Kategorien	101
Zu „12.2	Grenzzustände“	102
Zu „12.3	Einwirkungen und Bemessungssituationen“	102
A Anhang AA (informativ)	Merkmale und Beispiele zur Einstufung in die Geotechnischen Kategorien.....	103

Bilder

Bild A 6.1 — Aufnahme einer stark exzentrischen Belastung durch ein Kräftepaar aus mobilisiertem Erdwiderstand	46
Bild A 6.2 — Grundriss eines rechteckigen Fundamentes; Bezeichnungen bei zweiachsiger Ausmittigkeit.....	48
Bild A 6.3 — Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für quadratische Einzelfundamente auf Fels.....	59
Bild A 7.1 — Diagramm zum Vorgehen bei der Ableitung der Streuungsfaktoren ξ_5 und ξ_6 in Abhängigkeit von der Kalibrierung nach Tabelle A 7.2.....	68
Bild A 7.2 — Geometrie des an einem Einzelpfahl angehängten Bodens einer Pfahlgruppe.....	71

Tabellen

Tabelle A 2.1 — Teilsicherheitsbeiwerte γ_F bzw. γ_E für Einwirkungen und Beanspruchungen.....	32
Tabelle A 2.2 — Teilsicherheitsbeiwerte γ_M für geotechnische Kenngrößen	33
Tabelle A 2.3 — Teilsicherheitsbeiwerte γ_R für Widerstände	34
Tabelle A 6.1 — Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit mit den Voraussetzungen nach Tabelle A 6.3	52

Tabelle A 6.2 — Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen mit den Voraussetzungen nach Tabelle A 6.3.....	53
Tabelle A 6.3 — Voraussetzungen für die Anwendung der Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands nach den Tabellen A 6.1 und A 6.2 bei nichtbindigem Boden.....	53
Tabelle A 6.4 — Voraussetzungen für die Erhöhung der Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands nach A 6.10.2.2 A (3) bei nichtbindigem Boden.....	54
Tabelle A 6.5 — Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf reinem Schluff (UL nach DIN 18196) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m bei steifer bis halbfester Konsistenz oder einer mittleren einaxialen Druckfestigkeit q_u , $k > 120 \text{ kN/m}^2$	55
Tabelle A 6.6 — Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstandes für Streifenfundamente auf gemischtkörnigem Boden (SU*, ST, ST*, GU*, GT* nach DIN 18196; z. B. Geschiebemergel) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m	56
Tabelle A 6.7 — Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands für Streifenfundamente auf tonig schluffigem Boden (UM, TL, TM nach DIN 18196) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m.....	56
Tabelle A 6.8 — Bemessungswerte $\sigma_{R,d}$ des Sohlwiderstands $\sigma_{R,d}$ für Streifenfundamente auf Ton-Boden (TA nach DIN 18196) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m	57
Tabelle A 7.1 — Streuungsfaktoren ξ_i zur Ableitung charakteristischer Werte aus statischen Pfahlprobelbelastungen	64
Tabelle A 7.2 — Grundwerte $\xi_{0,i}$ mit zugehörigen Erhöhungswerten und Modellfaktoren für Streuungsfaktoren ξ_5 und ξ_6 zur Ableitung charakteristischer Werte aus Stoßversuchen bzw. dynamischen Pfahlprobelbelastungen	67
Tabelle A 8.1 — Prüfungen oder Berechnung zum Nachweis des Herauszieh-Widerstands	78
Tabelle A 9.1 — Größe des negativen Erddruckneigungswinkels beim Nachweis gegen Versinken.....	91
Tabelle AA.1 — Merkmale und Beispiele zur Einstufung in die Geotechnischen Kategorien.....	104

Vorwort

Dieses Dokument wurde im Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. vom Arbeitsausschuss NA 005-05-01 AA „Sicherheit im Erd- und Grundbau (SpA zu CEN/TC 250/SC 7/WG 1 und 3)“ als Ergänzung zu DIN EN 1997-1:2009-09, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln* erstellt. Die europäischen Normungsinstitute haben vereinbart, dass nationale Normen zurückzuziehen sind, deren normative Inhalte in den Eurocodes enthalten sind. Dieses Dokument enthält die Festlegungen, die zusätzlich zu DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12 gelten. Dieses Dokument enthält zudem DIN 1054/A1:2012-08 und DIN 1054/A2:2015-11.

Diesem Dokument wurde die Gliederung von DIN EN 1997-1:2009-09 zugrunde gelegt und ergänzende Überschriften und ergänzende Regelungen der DIN 1054 zu DIN EN 1997-1:2009-09 durch ein vorgesetztes „A“ gekennzeichnet. Bei mehr als einer ergänzenden Regelung zu einem Absatz werden nach der Nummer des Absatzes noch Buchstaben (fortlaufend) hinzugefügt, z. B. A (2b).

Dieses Dokument enthält nur ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1:2009-09 und ist daher nur in Verbindung mit DIN EN 1997-1:2009-09 und DIN EN 1997-1/NA:2010-12 anwendbar.

DIN EN 1997-1:2009-09, DIN EN 1997-1/NA:2010-02 sowie die vorliegende Norm ersetzen DIN 1054:2012-12 einschließlich der zugehörigen Änderungen A1 und A2.

Soweit in dieser Norm die Europäische Norm DIN EN 1990 zitiert wird, ist DIN EN 1990:2010-12 in Verbindung mit DIN EN 1990/NA:2010-12 gemeint.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können, ohne dass diese vorstehend identifiziert wurden. Das DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN 1054:2010-12, DIN 1054/A1:2012-08 und DIN 1054/A2:2015-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen im Dokument aktualisiert;
- b) Änderungen A1 und A2 in das Dokument eingearbeitet und harmonisiert;
- c) Anpassung an DIN EN 1537:2014-07, DIN SPEC 18537:2017-11, DIN EN ISO 22477-1:2019-12 und DIN EN ISO 22477-5:2019-05;
- d) Hinweise bzgl. Baurecht aktualisiert;
- e) Bemessungssituation in Tabellen A.2.1, A.2.2 und A.2.3 angepasst;
- f) Tabelle A 2.1 und Bild A 6.3 wurden geändert;
- g) Dokument komplett redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 1054: 1934-08, 1940-08, 1953x-06, 1969-11, 1976-11, 2003-01, 2005-01, 2010-12
DIN 1054 Berichtigung 1: 2003-10, 2005-04
DIN 1054 Berichtigung 2: 2007-04
DIN 1054 Berichtigung 3: 2008-01
DIN 1054 Berichtigung 4: 2008-10
DIN 1054 Beiblatt: 1953-10, 1969-11, 1976-11
DIN 1054/A1: 2009-07, 2012-08
DIN 1054/A2: 2015-11
DIN V 1054-100: 1996-04
DIN 4014: 1960-12, 1969-11, 1990-03
DIN 4014-1: 1975-08
DIN 4014-2: 1977-09
DIN 4026: 1968-07, 1975-08
DIN 4026 Beiblatt: 1975-08
DIN 4125: 1990-11
DIN 4125-1: 1972-06, 1988-03
DIN 4125-2: 1976-02
DIN 4128: 1983-04

1 Anwendungsbereich

A 1.1.4 Anwendungsbereich DIN 1054

Diese Norm hat den gleichen Anwendungsbereich wie in DIN EN 1997-1 angegeben.

Diese Norm gilt nur in Verbindung mit DIN EN 1997-1 und DIN EN 1997-1/NA.

Die Einhaltung der Gebrauchstauglichkeit durch Qualitätssicherung, z. B. der Nachweis der Einhaltung ausreichender Dichtigkeit von Trogbauwerken, Verbaukonstruktionen oder Baugrubensohlen, ist nicht Gegenstand dieser Norm.

Braunkohlentagebaue gehören nicht zum Anwendungsbereich dieser Norm, da hier durch andere geologische und geotechnische Erkundungen, Voruntersuchungen und Überwachungen andere Sicherheitsbedingungen vorliegen.

2 Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1:2009-09

Zu „1.2 Normative Verweisungen“

A (2) Als Ergänzung zu den Europäischen Normen wird auf die nachstehenden deutschen normativen Regelungen verwiesen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 1055-2, *Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 2: Bodenkenngößen*

DIN 4017:2006-03, *Baugrund — Berechnung des Grundbruchwiderstands von Flachgründungen*

DIN 4019 (alle Teile), *Baugrund — Setzungsberechnungen*

DIN 4020:2010-12, *Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke — Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2*

DIN 4023, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse von Bohrungen und sonstigen direkten Aufschlüssen*

DIN 4084, *Baugrund — Geländebruchberechnungen*

DIN 4085:2007-10, *Baugrund — Berechnung des Erddrucks*

DIN 4123:2000-09, *Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude*

DIN 4124:2002-10, *Baugruben und Gräben; Böschungen, Verbau, Arbeitsraumbreiten*

DIN 4126, *Nachweis der Standsicherheit von Schlitzwänden*

DIN 4150-1, *Erschütterungen im Bauwesen — Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen*

DIN 4150-2, *Erschütterungen im Bauwesen — Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden*

DIN 4150-3, *Erschütterungen im Bauwesen — Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen*

DIN 18126, *Baugrund, Untersuchung von Bodenproben — Bestimmung der Dichte nichtbindiger Böden bei lockerster und dichtester Lagerung*

DIN 18127, *Baugrund, Untersuchung von Bodenproben — Proctorversuch*

DIN 18196:2011-05, *Erd- und Grundbau — Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke*

DIN SPEC 18537:2017-11, *Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1537:2014-07, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau — Verpressanker*

DIN SPEC 18538:2012-02, *Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 12699:2001-05, Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau) — Verdrängungspfähle*

DIN SPEC 18539, *Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 14199:2012-01, Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Pfähle mit kleinen Durchmessern (Mikropfähle)*

DIN 21521 (alle Teile), *Gebirgsanker für den Bergbau und den Tunnelbau*

DIN SPEC 18140, *Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1536:2010-12, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau — Bohrpfähle*

DIN EN 1536, *Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau — Bohrpfähle*

DIN EN 1537:2014-07, *Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau — Verpressanker; Deutsche Fassung EN 1537:2013*

DIN EN 1990:2010-12, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010*

DIN EN 1990/NA:2010-12, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

DIN EN 1991-1-1, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke — Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*

DIN EN 1991-1-7, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen — Außergewöhnliche Einwirkungen*

DIN EN 1992 (alle Teile), *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*

DIN EN 1993 (alle Teile), *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*

DIN EN 1994 (alle Teile), *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton*

DIN EN 1995 (alle Teile), *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten*

DIN EN 1996 (alle Teile), *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten*

DIN EN 1997-1:2009-09, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009*

DIN EN 1997-1/NA:2010-12, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

DIN EN 1997-2:2010-10, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds; Deutsche Fassung EN 1997-2:2007 + AC:2010*

DIN EN 1998-5/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 5: Gründungen, Stützbauwerke und geotechnische Aspekte*

DIN EN 1999 (alle Teile), *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken*

DIN EN 12699, *Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau — Verdrängungspfähle*

DIN EN 12794, *Betonfertigteile — Gründungspfähle*

DIN EN 14199, *Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau — Mikropfähle*

DIN EN ISO 14688-1:2003-01, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden — Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14688-1:2002); Deutsche Fassung EN ISO 14688-1:2002*

DIN EN ISO 14688-2, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden — Teil 2: Grundlagen für Bodenklassifizierungen*

DIN EN ISO 14689-1:2004-04, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels — Teil 1: Benennung und Beschreibung (ISO 14689-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 14689-1:2003*

DIN EN ISO 22477-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Prüfung von geotechnischen Bauwerken und Bauwerksteilen — Teil 1: Statische axiale Pfahlprobelastungen auf Druck*

DIN EN ISO 22477-5:2019-05, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Prüfung von geotechnischen Bauwerken und Bauwerksteilen — Teil 5: Prüfung von Verpressankern (ISO 22477-5:2018); Deutsche Fassung EN ISO 22477-5:2018*

A (3) Auf folgende weitere Regelwerke wird hingewiesen:

- [1] EAB Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V. (DGGT), 4.Auflage, Verlag Ernst & Sohn (2006), Nachdruck 2007
- [2] EAU 2004 Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen, Häfen und Wasserstraßen“, herausgegeben von der Hafenbautechnischen Gesellschaft e. V. (HTG) und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT), 10.Auflage, Verlag Ernst & Sohn (2005)
- [3] EBGEO Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT), Verlag Ernst & Sohn (2010)
- [4] EVB Empfehlungen „Verformungen des Baugrundes bei baulichen Anlagen“, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT), Ernst & Sohn (1993)
- [5] ZTV-ING Teil 5-2: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten — Teil 5 „Tunnelbau“ — Abschnitt 2 „Offene Bauweise“, Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrsblatt-Sammlung Nr. S 1056, Stand: 12/07, Verkehrsblatt-Verlag Borgmann
- [6] EA-Pfähle Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT), 2. Auflage, Verlag Ernst & Sohn (2012)

- [7] KPP Richtlinie für den Entwurf, die Bemessung und den Bau von Kombinierten Pfahl-Plattengründungen, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT), enthalten in Kombinierte Pfahl- Plattengründungen, herausgegeben von J. Hanisch, R. Katzenbach, G. König, Ernst & Sohn (2002)
- [8] Bedingungen für die Anwendung des Bauverfahrens „Bewehrte Erde“, Bundesministerium für Verkehr (BMV ARS 4/85), Abteilung Straßenbau
- [9] Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD), (2005)
- [10] DIN-Fachbericht 130, Wechselwirkung Baugrund/Bauwerk bei Flachgründungen (2003)

Zu „1.3 Voraussetzungen“

A ANMERKUNG zu (3) Wenn der Planverfasser auf einzelnen Fachgebieten nicht die erforderliche Sachkunde und Erfahrung hat, sind geeignete Fachplaner heranzuziehen. Diese sind für die von ihnen gefertigten Unterlagen, die sie zu unterzeichnen haben, verantwortlich. Für das ordnungsgemäße Ineinandergreifen aller Fachplanungen bleibt der Planverfasser verantwortlich. Dem Fachplaner der Geotechnik entspricht der Sachverständige für Geotechnik nach DIN 4020.

Zu „1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln“

A (5) Die ergänzenden Regelungen dieser Norm sind Anwendungsregeln, die den Anforderungen von 1.4 (5) entsprechen. Hierzu gehört beispielsweise die Einteilung der Bemessungssituationen.

Zu „1.5 Begriffe“

A 1.5.3 Weitere Begriffe

A 1.5.3.1

Geotechnische Kategorie (GK)

Gruppe, in die bautechnische Maßnahmen und Verfahren nach dem Schwierigkeitsgrad des Bauwerks, der Baugrundverhältnisse sowie der zwischen ihnen und der Umgebung bestehenden Wechselwirkungen eingestuft werden

A 1.5.3.2

Kombinierte Pfahl-Plattengründung (KPP)

geotechnische Verbundkonstruktion mit gemeinsamer Tragwirkung von Fundamentplatten und Pfählen bei der Übertragung von Bauwerkslasten in den Baugrund

Zu „1.6 Symbole“

A ANMERKUNG zu (1) γ_M gilt auch allgemein für Materialeigenschaften.

A ANMERKUNG zu (2) In nationalen Normen werden für Spannungen, Druck, Festigkeit und Steifigkeit die Einheiten kN/m^2 und MN/m^2 benutzt.

A 1.6 Ergänzende Symbole

A ANMERKUNG zu A 1.6 Weitere Formelzeichen sind in 2.4.7.3.2 und 2.4.7.3.4.3 erklärt.

Lateinische Buchstaben

A_d	Bemessungswert einer außerordentlichen Einwirkung
A_{Ed}	Bemessungswert einer Einwirkung infolge von Erdbeben nach DIN EN 1990:2010-12, Tabelle A 1.3
A_t	Querschnittsfläche eines Ankerzugliedes (siehe DIN EN 1537)
a_s	Seitenlänge eines quadratischen Pfahles
$B_{h,d}$	Bemessungswert der Horizontalkomponente der resultierenden Auflagerkraft einer Stützwand im Boden
$B_{h,k}$	Horizontalkomponente der resultierenden charakteristischen Auflagerkraft einer Stützwand im Boden
B_k	charakteristischer Wert der seitlichen Bodenreaktion an einem Fundament
$B_{v,k}$	Vertikalkomponente von B_k
b_B	kürzere Fundamentbreite
b_L	längere Fundamentbreite
b_B'	reduzierte Fundamentbreite b_B
b_L'	reduzierte Fundamentbreite b_L
D	Lagerungsdichte
D_s	Pfahlschaftdurchmesser
D_b	Pfahlfußdurchmesser
D_{Pr}	Verdichtungsgrad
$E_{G,k}$	charakteristischer Wert der Beanspruchung aus ständigen Einwirkungen
$E_{Q,k}$	charakteristischer Wert der Beanspruchung aus veränderlichen Einwirkungen
$E_{Q,rep}$	repräsentativer Wert der Beanspruchung aus veränderlichen Einwirkungen
$E_{G,d}$	Bemessungswert der Beanspruchung aus ständigen Einwirkungen
$E_{Q,d}$	Bemessungswert der Beanspruchung aus veränderlichen Einwirkungen
$E_{ah,k}$	Horizontalkomponente der charakteristischen aktiven Erddruckkraft $E_{a,k}$

$E_{av,k}$	Vertikalkomponente der charakteristischen aktiven Erddruckkraft $E_{a,k}$
E_k	charakteristischer Wert einer Beanspruchung
$E_{p,d}$	Bemessungswert des Erdwiderstands
$E_{ph,d}$	Horizontalkomponente von $E_{p,d}$
E_{rep}	repräsentative Beanspruchung
$E_{s,k}$	charakteristischer Wert des Steifemoduls
$e_{p,k}$	charakteristischer Wert des passiven Erddrucks bzw. der Erdwiderstandsspannung
$e_{ph,k}$	Horizontalkomponente von $e_{p,k}$
$e_{p,mob,k}$	mobilisierter Anteil von $e_{p,k}$
e_L, e_B	Ausmittigkeiten von resultierenden bzw. repräsentativen Beanspruchungen in der Fundamentsohle
e_r	zulässige Ausmittigkeit der charakteristischen Sohldruckresultierenden eines runden Fundamentes
$f_{t,k}$	charakteristischer Wert der Zugfestigkeit des Stahlzugliedes
$f_{t,0,1,k}$	charakteristischer Wert der Spannung bei 0,1 % bleibender Dehnung bei Spannstahl
$f_{t,0,2,k}$	Streckgrenze bzw. charakteristischer Wert der Spannung bei 0,2 % bleibender Dehnung bei Betonstahl
$F_{t,G,k}$	charakteristischer Wert der Zugbeanspruchung eines Pfahls oder einer Pfahlgruppe infolge von ungünstigen ständigen Einwirkungen
$F_{t,Q,rep}$	charakteristischer bzw. repräsentativer Wert der Zugbeanspruchung eines Pfahls oder einer Pfahlgruppe infolge von ungünstigen veränderlichen Einwirkungen
$F_{c,G,k}$	charakteristischer Wert einer gleichzeitig wirkenden Druckbeanspruchung eines Zugpfahls oder einer Zugpfahlgruppe infolge von ständigen Einwirkungen
G_k	charakteristischer Wert der ständigen vertikalen Einwirkungen
$G_{dst,k}$	charakteristischer Wert ständiger destabilisierender vertikaler Einwirkungen
$G_{stb,k}$	unterer charakteristischer Wert stabilisierender ständiger vertikaler Einwirkungen des Bauwerks
$G_{E,k}$	charakteristische Gewichtskraft des an einer Zugpfahlgruppe angehängten Bodens
H_k	charakteristischer Wert der Horizontallast H
$H_{G,k}$	ständiger Anteil von H_k

$H_{Q,rep}$	veränderlicher und repräsentativer Anteil von H unter Berücksichtigung der Kombinationsregeln
k_s	Kriechmaß
$k_{s,k}$	charakteristischer Wert des Bettungsmoduls
l_a	das größere Rastermaß einer Pfahlgruppe
l_b	das kleinere Rastermaß einer Pfahlgruppe
L	Länge der Zugelemente
n_z	Anzahl der Zugelemente
P_k	charakteristische Einwirkung aus Vorspannung nach 2.4.7.3.2 oder charakteristischer Wert der Ankerbeanspruchung nach 8.5.5 A (2)
Q_{rep}	repräsentativer Wert der veränderlichen Einwirkungen
$Q_{dst,rep}$	charakteristischer bzw. repräsentativer Wert veränderlicher destabilisierender vertikaler Einwirkungen
q_b	Spitzendruck bzw. Pfahlsitzendruck
q_s	Mantelreibung bzw. Pfahlmantelreibung
q_c	Spitzenwiderstand der Drucksonde
q_u	einaxiale Druckfestigkeit
$q_{u,k}$	charakteristischer Wert von q_u
r	Radius eines runden Gründungskörpers
$R_{c,tot,k}$	charakteristischer Gesamtwiderstand einer kombinierten Pfahlplattengründung im Grenzzustand GEO-2
R_k	charakteristischer Wert der Widerstände
R_b	Pfahlfußwiderstand
R_s	Pfahlmantelwiderstand
$R_{n,k}$	normal zur Sohlfläche wirkende Komponente des Grundbruchwiderstands
$R_{p,k}$	charakteristischer Wert des Erdwiderstands neben einer Gründung
s_h	waagerechte Verschiebung
s_N	Standardabweichung von Pfahlprobelastungsergebnissen
T_k	charakteristischer Wert des Scher- bzw. Reibungswiderstands um den Bodenblock einer Zugpfahlgruppe oder in einer Fuge zwischen Boden und Bauwerk

t_a	Zeitpunkt a
t_b	Zeitpunkt b
v	Verschiebung, Verformung
V_g	Variationskoeffizient
V_d	Bemessungswert der vertikalen Beanspruchung am Wand- oder Bohlträgerfuß
$V_{d,i}$	Bemessungswert der i -ten vertikalen Beanspruchung am Wand- oder Bohlträgerfuß
V_k	charakteristischer Wert der vertikalen Beanspruchung an einem Wand- oder Bohlträgerfuß bzw. normal zur Fundamentsohle
$V_{G,k}$	ständiger Anteil von V_k
$V_{Q,rep}$	veränderlicher und repräsentativer Anteil von V unter Berücksichtigung von Kombinationsregeln
$V_{k,i}$	charakteristischer Wert der i -ten vertikalen Beanspruchung an einem Wand- oder Pfahlfuß
Z_d	Summe der Bemessungswerte $Z_{d,i}$ der einzelnen Zugkräfte

Griechische Buchstaben

γ_B	Teilsicherheitsbeiwert für den Herauszieh-Widerstand von flexiblen Bewehrungselementen
$\gamma_{G,E0}$	Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen aus Erdruchedruck
γ_H	Teilsicherheitsbeiwert für die Einwirkung aus Strömungskraft
γ_N	Teilsicherheitsbeiwert für den Herauszieh-Widerstand von Bodennägeln
$\gamma_{G,inf}$	Teilsicherheitsbeiwert für eine günstig wirkende ständige Einwirkung bei Pfählen
γ_{φ_u}	Teilsicherheitsbeiwert für den Reibungsbeiwert $\tan \varphi_u$
δ_a	Neigungswinkel beim aktiven Erddruck
δ_p	Neigungswinkel beim passiven Erddruck
δ_E	Neigung der resultierenden Beanspruchung
η_z	Anpassungsfaktor bei der Ermittlung des Scher- bzw. Reibungswiderstands aus dem Erddruck, der sich aus dem Bodenblock einer Zugpfahlgruppe entwickelt oder in einer Fuge zwischen Boden und Bauwerk
η_D	Modellfaktor zur Berücksichtigung der Auswerteverfahren bei dynamischen Pfahlprobelastungen
η_E	Modellfaktor zur Anpassung der Teilsicherheitsbeiwerte bei der Anwendung von Pfahlwiderständen aus Erfahrungswerten

η_M	Modellfaktor zur Anpassung der Teilsicherheitsbeiwerte bei Mikropfählen
κ	Faktor zur Festlegung oberer und unterer Grenzwerte für die aufnehmbare Setzung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit von Pfählen
$\sigma_{h,k}$	charakteristische Horizontalspannung im Boden
σ_0	vertikale Sohldruckbeanspruchung
$\sigma_{E,d}$	Bemessungswert des Sohldrucks (Index E für effect – Beanspruchung)
$\sigma_{R,d}$	Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes
$\tau_{n,k}$	charakteristischer Wert der negativen Mantelreibung
ψ_0	Kombinationsbeiwert für begleitende veränderliche Einwirkung
ψ_1	Kombinationsbeiwert zum Festlegen des häufigen Werts der veränderlichen Leiteinwirkung
ψ_2	Kombinationsbeiwert zum Festlegen des quasi-ständigen Werts der veränderlichen Einwirkung

A ANMERKUNG zu (1) γ_M gilt auch allgemein für Materialeigenschaften.

Abkürzungen

BS-P	Ständige Bemessungssituation
BS-T	Vorübergehende Bemessungssituation
BS-A	Außergewöhnliche Bemessungssituation
BS-E	Bemessungssituation bei Erdbeben
EQU	Grenzzustand bei einem Gleichgewichtsverlust des als starrer Körper angesehenen Tragwerks oder des Baugrunds, wobei die Festigkeiten der Baustoffe und des Baugrunds für den Widerstand nicht entscheidend sind (equilibrium)
FEM	Finite-Elemente-Methode
FDM	Finite-Differenzen-Methode
GEO-2	Grenzzustände des Bodens, bei denen das Nachweisverfahren 2 angewendet wird
GEO-3	Grenzzustände des Bodens, bei denen das Nachweisverfahren 3 angewendet wird
GK	Geotechnische Kategorie
HYD	Grenzzustand des Versagens verursacht durch Strömungsgradienten im Boden, z. B. hydraulischer Grundbruch, innere Erosion und Piping (hydraulic)
NCI	Nicht widersprechende zusätzliche Angaben, die dem Anwender beim Umgang mit dem Eurocode helfen (en: non-contradictory complementary information)
NDP	National festzulegende Parameter (en: nationally determined parameters)
SLS	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Serviceability Limit State)

- STR Grenzzustand des Versagens oder sehr großer Verformungen des Tragwerks oder seiner Einzelteile, einschließlich der Fundamente, Pfähle, Kellerwände usw., wobei die Festigkeit der Baustoffe für den Widerstand entscheidend ist (structural)
- ULS Grenzzustand der Tragfähigkeit (Ultimate Limit State)
- UPL Grenzzustand bei einem Gleichgewichtsverlust des Bauwerks oder des Baugrunds infolge von Aufschwimmen durch Wasserdruck oder anderen vertikalen Einwirkungen (uplift)

Zu „2 Grundlagen der geotechnischen Bemessung“

Zu „2.1 Anforderungen an Entwurf, Berechnung und Bemessung“

A ANMERKUNG zu 2.1 DIN EN 1997-1:2009-09, 2.1 (1)P bis (7), sind nachfolgend in A 2.1.1 eingeordnet, DIN EN 1997-1:2009-09, 2.1 (8)P bis (21), in A 2.1.2.

A 2.1.1 Vorgaben zu Bemessungssituationen und Grenzzuständen

A 2.1.2 Geotechnische Kategorien

A 2.1.2.1 Allgemeines

A ANMERKUNG zu (10) In DIN 1054 werden für die drei Geotechnischen Kategorien 1, 2, 3 die Kurzzeichen GK 1, GK 2, GK 3 verwendet.

A (11) Die Einstufung in die Geotechnischen Kategorien GK 1, GK 2 oder GK 3 ist vor Beginn der geotechnischen Erkundung unter Beachtung der nachfolgenden Regeln und jener von DIN 4020 vorzunehmen. Maßgebend für die Einstufung ist jenes Kriterium, das die höchste Geotechnische Kategorie ergibt. Die Einstufung und die daraus resultierenden Anforderungen sind im Zuge der Projektbearbeitung aufgrund der Ergebnisse geotechnischer Untersuchungen, Berechnungen und der Bauausführung zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

A 2.1.2.2 Geotechnische Kategorie GK 1

A (14) Die Geotechnische Kategorie GK 1 umfasst Baumaßnahmen mit geringem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf Bauwerk und Baugrund.

A (16a) Die Geotechnische Kategorie GK 1 setzt einfache und überschaubare Baugrundverhältnisse voraus. Gegebenheiten, die diese Einstufung rechtfertigen, liegen vor, wenn der Baugrund in waagerechtem oder schwach geneigtem Gelände nach gesicherter örtlicher Erfahrung als tragfähig und setzungsarm bekannt ist.

A (16b) Die Einstufung in die Geotechnische Kategorie GK 1 setzt voraus, dass Grundwasser unterhalb der Baugruben- bzw. Gründungssohle liegt.

A (16c) Gegebenheiten des Bauwerks, die eine Einstufung in die Geotechnische Kategorie GK 1 rechtfertigen, liegen in der Regel vor, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- es handelt sich um setzungsunempfindliche, flach gegründete Bauwerke mit Stützenlasten bis 250 kN und Streifenlasten bis 100 kN/m wie Einfamilienhäuser, eingeschossige Hallen, Garagen;
- es handelt sich um Bauwerke, bei denen nach DIN EN 1998-5/NA im Hinblick auf Erdbebenbelastung kein Nachweis der Standsicherheit erforderlich ist;

- Nachbargebäude, Verkehrswege, Leitungen usw. werden durch das Bauwerk selbst oder durch die für seine Errichtung notwendigen Bauarbeiten nicht in ihrer Standsicherheit gefährdet oder in ihrer Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigt.

A (16d) Weitere einzuhaltende Kriterien sowie Beispiele für eine Einstufung in die Geotechnische Kategorie GK 1 sind in A 6.1.2 A (2), A 9.1.3 A (2), A 11.1.2 A (2) und A 12.1.2 A (5) angegeben. Eine Zusammenfassung von Merkmalen und Beispielen zur Einstufung in die Geotechnischen Kategorien befindet sich in A Anhang AA.

A 2.1.2.3 Geotechnische Kategorie GK 2

A (17) Die Geotechnische Kategorie GK 2 umfasst Baumaßnahmen mit mittlerem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund.

A (18) Bauwerke der Geotechnischen Kategorie GK 2 erfordern eine ingenieurmäßige Bearbeitung und einen rechnerischen Nachweis der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit.

A (19a) Die Geotechnische Kategorie GK 2 setzt durchschnittliche Baugrundverhältnisse voraus, die nicht in GK 1 oder GK 3 fallen.

A (19b) Die Geotechnische Kategorie GK 2 setzt durchschnittliche Grundwasserverhältnisse voraus. Beispiele dafür sind:

- die freie Grundwasseroberfläche liegt höher als die Bauwerkssohle;
- Grundwasserzutritte bzw. die Wasserhaltung sind mit üblichen Maßnahmen beherrschbar;
- durch diese Maßnahmen sind keine ungünstigen Einflüsse auf die Umgebung zu befürchten.

A (19c) Zur Geotechnischen Kategorie GK 2 gehören:

- übliche Hoch- und Ingenieurbauten auf Einzelfundamenten, Streifenfundamenten, Gründungsplatten oder auf Pfahlgründungen;
- Leitungsgräben bis 5 m Tiefe;
- Bauwerke der Bedeutungskategorien I und II nach DIN EN 1998-5/NA, bei denen im Hinblick auf Erdbebenbelastung ein Nachweis der Standsicherheit erforderlich ist;
- Bauvorhaben, bei denen durch konstruktive Maßnahmen, z. B. dichte und steife Baugrubenumschließung, ein schädlicher Einfluss der Baumaßnahme auf Nachbarschaft und Umgebung nicht zu erwarten ist.

A (19d) In der Regel dürfen auch besondere Bauwerke wie unterirdisch aufgefahrene Hohlraumbauten, Tunnel, Stollen und Schächte in festem, wenig geklüftetem Fels der Geotechnischen Kategorie GK 2 zugeordnet werden.

A (19e) Als sonstige Baumaßnahmen zählen in der Regel zur Geotechnischen Kategorie GK 2 auch

- Boden- und Felsdeponien ohne Kontamination und
- übliche Horizontalbohrungen für den Leitungsbau.

A (19f) Weitere Kriterien und Beispiele für eine Einstufung in die Geotechnische Kategorie GK 2 sind in A 6.1.2 A (3), A 7.1.2 A (2), A 8.1.4 A (2), A 9.1.3 A (3), A 10.1.2 A (2), A 11.1.2 A (3) und A 12.1.2 A (6) angegeben. Eine Zusammenfassung von Merkmalen und Beispielen zur Einstufung in die Geotechnischen Kategorien befindet sich in A Anhang AA.

A 2.1.2.4 Geotechnische Kategorie GK 3

A (22) Bauwerke der Geotechnischen Kategorie GK 3 erfordern über die Vorgaben von A (18) hinaus zusätzliche Untersuchungen sowie vertiefte geotechnische Kenntnisse und Erfahrungen in dem jeweiligen Spezialgebiet.

A (23) Die Geotechnische Kategorie GK 3 umfasst Baumaßnahmen mit hohem Schwierigkeitsgrad im Hinblick auf das Zusammenwirken von Bauwerk und Baugrund.

A (24) Gegebenheiten des Baugrunds, die in der Regel eine Einstufung in die GK 3 erfordern, sind ungewöhnliche oder besonders schwierige Baugrundverhältnisse wie:

- geologisch junge Ablagerungen mit regelloser Schichtung bzw. geologisch wechselhafte Formationen;
- Böden, die zum Kriechen, Fließen, Quellen oder Schrumpfen neigen;
- bindige Böden, bei denen die Restscherfestigkeit maßgebend sein kann;
- bindige Böden ohne ausreichende Duktilität, siehe 2.4.1 A (11), z. B. strukturempfindliche Seetone;
- weiche organische und organogene Böden größerer Mächtigkeit;
- Fels, der zur Auflösung oder zu starkem Zerfall neigt, z. B. Salz, Gips und verschiedene veränderlich feste Gesteine;
- Fels, der in Bezug auf das Bauvorhaben ungünstig verlaufende Störungszonen oder Trennflächen enthält;
- Bergsenkungsgebiete oder Gebiete mit Erdfällen oder Baugrund mit ungesicherten Hohlräumen;
- unkontrolliert geschüttete Auffüllungen.

A (25) Gespanntes Grundwasser, das durch Bodenaushub zu artesischem Grundwasser werden kann, ist der Geotechnischen Kategorie GK 3 zuzuordnen.

A (26) Ergänzend zur Anmerkung in (21) werden als Beispiele für Bauwerke der Geotechnischen Kategorie GK 3 genannt:

- Bauwerke mit hohem Sicherheitsanspruch oder hoher Verformungsempfindlichkeit;
- Bauwerke mit ungewöhnlichen Lastkombinationen, die für die Gründung maßgebend werden;
- Bauwerke, die durch Wasser mit einer Druckhöhe von mehr als 5 m belastet sind;
- Einrichtungen und Baumaßnahmen, die den Grundwasserspiegel vorübergehend oder bleibend verändern, sofern damit ein Risiko für benachbarte Bauten entsteht;
- Bauwerke der Bedeutungskategorien III und IV nach DIN EN 1998-5/NA, bei denen im Hinblick auf Erdbebenbelastung ein Nachweis der Standsicherheit erforderlich ist;
- Bauwerke oder Baumaßnahmen, bei denen die Beobachtungsmethode zum Nachweis der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit angewendet wird.

A (27) Als besondere Bauwerke zählen in der Regel zur Geotechnischen Kategorie GK 3 auch

- Senkkastengründungen mit Druckluft;
- unterirdisch aufgefahrene Hohlraumbauten, Tunnel, Stollen und Schächte in Lockergestein oder in geklüftetem Fels;
- Kerntechnische Anlagen;
- Offshore-Bauten;
- Chemiewerke und Anlagen, in denen gefährliche chemische Stoffe erzeugt, gelagert oder umgeschlagen werden.

A (28) Als sonstige Baumaßnahmen zählen in der Regel zur Geotechnischen Kategorie GK 3 auch:

- Deponien aller Art, ausgenommen nicht kontaminierte Böden und Felsaushübe;
- Horizontalbohrungen mit hohen Spülungsdrücken z. B. im HDD-Verfahren (Horizontal Direction Drilling), Microtunneling;
- Verfahren des Spezialtiefbaus wie Schlitzwände, Einpressarbeiten und Düsenstrahlarbeiten.

A (29) Weitere Kriterien und Beispiele für eine Einstufung in die Geotechnische Kategorie GK 3 sind in A 6.1.2 A (4), A 7.1.2 A (3), A 8.1.4 A (3), A 9.1.3 A (4), A 10.1.2 A (3), A 11.1.2 A (4), A (5) sowie in A 12.1.2 A (7) angegeben. Eine Zusammenfassung von Merkmalen und Beispielen zur Einstufung in die Geotechnischen Kategorien befindet sich in A Anhang AA.

Zu „2.2 Bemessungssituationen“

A (3) Die vier Bemessungssituationen werden wie folgt definiert:

a) Bemessungssituation BS-P:

Den ständigen Situationen (Persistent situations), die den üblichen Nutzungsbedingungen des Tragwerks entsprechen, wird die Bemessungssituation BS-P zugeordnet. Hierbei werden ständige und während der Funktionszeit des Bauwerks regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen berücksichtigt.

b) Bemessungssituation BS-T:

Den vorübergehenden Situationen (Transient situations), die sich auf zeitlich begrenzte Zustände beziehen, z. B.

- Bauzustände bei der Herstellung eines Bauwerks,
- Bauzustände an einem bestehenden Bauwerk, z. B. bei Reparaturen oder infolge von Aufgrabungs- oder Unterfangungsarbeiten,
- Baumaßnahmen für vorübergehende Zwecke, z. B. Baugrubenböschungen und Baugrubenkonstruktionen, soweit für Steifen, Anker und Mikropfähle nichts Anderes festgelegt ist,
- Zustand mit einer planmäßig einmaligen Einwirkung oder Gegebenheit

wird die Bemessungssituation BS-T zugeordnet.

c) Bemessungssituation BS-A:

Den außergewöhnlichen Situationen (Accidental situations), die sich auf außergewöhnliche Bedingungen des Tragwerks oder seiner Umgebung beziehen, z. B. auf Feuer oder Brand, Explosion, Anprall, extremes Hochwasser oder Ankerausfall, wird die Bemessungssituation BS-A zugeordnet. Hierbei werden in der Regel neben jeweils einer außergewöhnlichen Einwirkung ständige und regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen wie bei den Bemessungssituationen BS-P und BS-T berücksichtigt. Eine außergewöhnliche Situation ist auch dann gegeben, wenn gleichzeitig mehrere voneinander unabhängige seltene Einwirkungen, z. B. ungewöhnlich große oder planmäßig einmalige Einwirkungen, zu berücksichtigen sind. Hierzu siehe auch A (5) und A 2.4.7.6.1 A (4).

d) Bemessungssituation BS-E:

Der Situation infolge von Erdbeben wird die Bemessungssituation BS-E zugeordnet.

A ANMERKUNG zu A (4) c) und A (4) d) Im Fall der Bemessungssituationen BS-A und BS-E kann nicht ausgeschlossen werden, dass das Bauwerk nach deren Eintreten nicht mehr den Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit genügt. Sofern die damit möglicherweise verbundenen Schäden am Bauwerk vermieden werden sollen, wird empfohlen, Maßnahmen zu ergreifen, mit denen die Gebrauchstauglichkeit nachgewiesen werden kann.

A (5) Die Einwirkungen infolge eines Ausfalls von Betriebs- und Sicherungseinrichtungen sind entsprechend der zu erwartenden Häufigkeit des Auftretens in Verbindung mit den möglichen Folgen entweder mit Hilfe der Kombinationsregeln nach A 2.4.6.1.1 zu erfassen oder der Bemessungssituation BS-A zuzuordnen. Das Gleiche gilt sinngemäß für weitere unplanmäßige Situationen, z. B. für die Möglichkeit eines unplanmäßigen Mehraushubs oder einer Kolkbildung.

A (6) Bei Baugrubenkonstruktionen darf in besonderen Situationen, wie sie in EAB beschrieben sind, die Bemessungssituation BS-T mit abgeminderten Teilsicherheitsbeiwerten unter der Bezeichnung BS-T/A eingefügt werden.

Zu „2.4 Geotechnische Bemessung auf Grund von Berechnungen“

Zu „2.4.1 Allgemeines“

A ANMERKUNG zu (11) Ein ausreichend duktilen Verhalten liegt vor, wenn sich ein Grenzzustand der Tragfähigkeit durch große Verformungen ankündigt. Dies ist z. B. nicht der Fall, wenn wassergesättigter Boden wegen eines sehr großen Hohlraumgehaltes schon bei geringer Störung flüssig werden kann, insbesondere zum Setzungsfließen neigender Sand oder Quickton.

A ANMERKUNG zu (12) Hierzu zählen insbesondere die Finite-Elemente-Methode (FEM) und die Finite-Differenzen-Methode (FDM) sowie numerische Anwendungen auf das Steifemodulverfahren und das Bettungsmodulverfahren.

Zu „2.4.2 Einwirkungen“

A ANMERKUNG zu 2.4.2 DIN EN 1997-1:2009-09, Absätze 2.4.2 (1)P bis (9), sind nachfolgend in A 2.4.2.1 eingeordnet.

A 2.4.2.1 Grundsätzliche Festlegungen

A (3) Bei der Schnittgrößenermittlung von Fundamenten, Gründungsplatten, Pfahlgruppen, Pfahlrosten und kombinierten Pfahl-Plattengründungen, die durch das aufgehende Bauwerk ausgesteift sind, ist die Umlagerung der Gründungslasten infolge der Wechselwirkung Baugrund — Bauwerk zu berücksichtigen.

A ANMERKUNG zu (4) Weitere Angaben hierzu siehe A 2.4.2.2 und A 2.4.2.3.

A (5) Wenn nachfolgend nichts anderes gesagt wird, gelten die Regelungen immer unter der Annahme, dass die veränderlichen Einwirkungen voneinander unabhängig sind. Voneinander abhängige Einwirkungen sind zusammen wie eine unabhängige Einwirkung zu behandeln.

A (8a) Übliche zyklische, dynamische oder stoßartige Einwirkungen auf den Baugrund aus Regellasten auf Bauwerke und Verkehrsflächen oder aus Baubetrieb dürfen als veränderliche statische Einwirkungen berücksichtigt werden.

A (8b) Bei erheblichen zyklischen, dynamischen oder stoßartigen Einwirkungen auf Bauteile, z.B. infolge von Stößen durch Aufprall, Anprall nach DIN EN 1991-1-7, Druckwellen in Luft oder Wasser oder durch Schwingungen, z. B. durch Maschinen, ist zu prüfen, ob sie durch statische Ersatzlasten berücksichtigt werden dürfen oder ob besondere Untersuchungen zur Erfassung von Trägheits- und Entfestigungseffekten bzw. von Verformungs- oder Porenwasserdruckakkumulation notwendig sind.

A (8c) Zur Berücksichtigung von Erdbebeneinwirkungen ist DIN EN 1998-5/NA zu beachten.

A 2.4.2.2 Weitere Angaben zu den geotechnischen Einwirkungen

A (1) Zum Seitendruck und zur negativen Mantelreibung auf Pfähle, die in weichem bindigem Boden stehen, sind 7.3.2.2 und 7.3.2.3 zu beachten.

A (2) Verformungen des Baugrunds infolge der mit der Herstellung und Nutzung des Bauwerkes verbundenen Belastung sowie infolge der Belastung des benachbarten Bodens sind als dem Bauwerk aufgezwungene Setzungsmulden bzw. als unterschiedlich große Horizontalverschiebungen der Gründungselemente zu berücksichtigen.

A (3) Weiträumige Verformungen des Baugrunds, z. B. infolge von untertägigen Massenentnahmen, Tektonik oder Hangkriechen, sind wie folgt zu berücksichtigen:

- a) wenn sich das Bauwerk den Verformungen anpassen kann, sind diese während der Bauzeit und der Betriebszeit durch Messungen zu registrieren und erforderlichenfalls auszugleichen;
- b) wenn sich das Bauwerk den Verformungen nicht anpassen kann, sind die entstehenden Bodenreaktionen als Einwirkungen einzustufen. Sie dürfen in begründeten Fällen wie planmäßig einmalige Einwirkungen nach A 2.2 A (4) c) behandelt werden.

A (4) Physikalisch oder chemisch verursachte Volumenänderungen, z. B. infolge von Temperaturänderungen oder Feuchtigkeitsänderungen in Bauteilen oder infolge von Quellen oder Schrumpfen des Bodens, sind als aufgezwungene Verformungen, gegebenenfalls auch als erhöhte oder verminderte Bodenreaktionen nach A (3) b) zu berücksichtigen.

A (5) Weitere geotechnische Einwirkungen können sich aus den Randbedingungen des Einzelfalls ergeben.

A 2.4.2.3 Weitere Angaben zu den Einwirkungen aus Bauwerken (Gründungslasten)

A (1) Die Einwirkungen bzw. Beanspruchungen aus Bauwerken (Gründungslasten) ergeben sich aus der statischen Berechnung des aufliegenden Tragwerkes nach den dafür geltenden Regeln und Normen. Sie sind im Hinblick auf eine wirtschaftliche geotechnische Bemessung für die weitere Berechnung und Bemessung vom Tragwerksplaner für jede kritische Einwirkungskombination in den maßgebenden Bemessungssituationen

- für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach 2.4.7 (Ultimate limit state, ULS) und
- für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach 2.4.8 (Serviceability limit state, SLS)

in der Regel als charakteristische bzw. repräsentative Schnittgrößen in Höhe der Oberkante der Gründungskonstruktion anzugeben.

A ANMERKUNG zu A (1) Werden bei geotechnischen Nachweisen die Bemessungswerte E_d der Gesamtbeanspruchung verwendet, liegt dieses Vorgehen auf der sicheren Seite. Dies kann zu unwirtschaftlicheren Abmessungen führen.

A (2) In der Regel ist bei der Ermittlung der charakteristischen bzw. repräsentativen Gründungslasten wie folgt vorzugehen:

- a) Im Regelfall der linear-elastischen Schnittgrößenermittlung werden die Beanspruchungen $E_{G,k}$ und $E_{Q,k}$ bzw. $E_{Q,rep}$, die sich aus charakteristischen bzw. repräsentativen Einwirkungen ergeben, für die kritischen Einwirkungskombinationen in der Gründungsfuge unmittelbar übergeben. Als Gründungsfuge gilt
 - bei Flächengründungen die Aufstandsfläche,
 - bei Pfahlgründungen entweder die Oberkante der Gründungskonstruktion,
 - oder die Schnittstelle von Pfahlkopf und Tragwerk.
- b) Bei der Ermittlung der Gründungslasten von Fundamenten, bei denen Verkantungen der Gründung zu nennenswerten Zusatzbeanspruchungen führen, z. B. bei einem Turm auf einer Fundamentplatte, sind die Schnittgrößen nach Theorie 2. Ordnung zu berücksichtigen. Dabei ist vereinfacht und auf der sicheren Seite liegend folgender Berechnungsweg zulässig: Die Verformungen des Tragwerks einschließlich seiner Gründung werden mit den kritischen Einwirkungskombinationen unter Verwendung von Bemessungswerten der Einwirkungen ermittelt. Bei der Verformungsermittlung der Gründung dürfen dabei die für charakteristische Lasten ermittelten Steifigkeiten (z. B. die Drehfedersteifigkeit als das Verhältnis von Einspannmoment zu Verkantung) verwendet werden. In einer zweiten Berechnung werden anschließend unter Berücksichtigung dieser zuvor ermittelten Verformungen für die gleichen Einwirkungskombinationen die charakteristischen bzw. repräsentativen Werte $E_{G,k}$ und $E_{Q,rep}$ der Beanspruchungen aus ständigen und veränderlichen Einwirkungen in den Gründungsfugen mit den charakteristischen bzw. repräsentativen Werten G_k und Q_{rep} der Einwirkungen am Tragwerk bestimmt.
- c) Bei der Anwendung physikalisch nichtlinearer Verfahren nach Theorie 1. Ordnung zur Berechnung der Schnittgrößen (z. B. Plastizitätstheorie) ergeben sich im Grenzzustand der Tragfähigkeit Bemessungswerte E_d der Gründungslasten, die in jeweils einen Anteil $E_{G,d}$ aus ständigen Einwirkungen und einen Anteil $E_{Q,d}$ aus veränderlichen Einwirkungen aufgeteilt werden dürfen. Diese Aufteilung darf sich z. B. an denjenigen Gründungslasten orientieren, die sich bei linearer Berechnung oder am statisch bestimmten Tragwerk ergeben. Die so bestimmten Anteile $E_{G,d}$ und $E_{Q,d}$ dürfen durch die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte nach Tabelle A 2.1 dividiert werden, um die äquivalenten charakteristischen Werte $E_{G,k}$ und $E_{Q,k}$ der Beanspruchungen aus ständigen und veränderlichen Einwirkungen in den Gründungsfugen zu berechnen.
- d) Bei der Ermittlung der Schnittgrößen in den Gründungselementen werden die nach a), b) oder c) für die Gründungsfuge ermittelten Werte $E_{G,k}$, $E_{Q,k}$ bzw. $E_{Q,rep}$ als Einwirkungen G_k und Q_{rep} eingeführt.

A ANMERKUNG zu A (2) Im Folgenden werden die Beanspruchungen aus veränderlichen Einwirkungen stets mit dem Symbol $E_{Q,rep}$ gekennzeichnet, unabhängig davon, ob diese mit einem Kombinationsbeiwert behaftet sind oder nicht. Charakteristische veränderliche Einwirkungen werden somit als repräsentative Einwirkungen behandelt, die sich aus der Multiplikation mit $\Psi = 1$ ergeben haben.

Zu „2.4.5 Charakteristische Werte“**Zu „2.4.5.2 Charakteristische Werte von geotechnischen Kenngrößen“**

A (2) Der Ansatz eines vorsichtigen Schätzwerts des Mittelwerts der Scherfestigkeit als charakteristischer Wert setzt voraus, dass sich der Boden ausreichend duktil verhält. Hierzu siehe 2.4.1, A ANMERKUNG zu (11).

A (5) Bei der Anwendung von numerischen Verfahren, insbesondere der FEM oder der FDM, werden Stoffmodelle benötigt, deren Auswahl und Parameterbestimmung besondere Fachkenntnis und Erfahrung erfordern.

Zu „2.4.6 Bemessungswerte“**Zu „2.4.6.1 Bemessungswerte von Einwirkungen“**

A ANMERKUNG zu 2.4.6.1 DIN EN 1997-1:2009-09, 2.4.6.1 (1)P bis (5), sind nachfolgend in A 2.4.6.1.1 eingeordnet, DIN EN 1997-1:2009-09, 2.4.6.1 (6)P bis (11), in A 2.4.6.1.2.

A 2.4.6.1.1 Ermittlung und Kombination der Bemessungswerte

A ANMERKUNG zu (2)P Bei ständigen Einwirkungen und bei der Leiteinwirkung der veränderlichen Einwirkungen gilt $F_{\text{rep}} = F_k$.

A (2a) Bei mehreren unabhängigen veränderlichen charakteristischen Einwirkungen $Q_{k,i}$ ist die Untersuchung von Kombinationen mit den Beiwerten ψ in (2.1b) erforderlich, wobei fallweise jeweils eine der unabhängigen Einwirkungen als Leiteinwirkung $Q_{k,1}$ anzusetzen ist.

$$Q_{\text{rep}} = Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{A (2.1c)}$$

A ANMERKUNG zu A (2a) Entsprechend DIN EN 1990 hat die Zeichenkombination „=“ die Bedeutung „ergibt sich aus“, die Zeichenkombination „+“ die Bedeutung „in Verbindung mit“.

A (2b) Beim Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen (UPL nach 2.4.7.1 (1)) und der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch (HYD nach 2.4.7.1 (1)) sind die Bemessungswerte F_d der Einwirkungen in den Bemessungssituationen BS-P, BS-T und BS-A aus den charakteristischen Werten F_k der Einwirkungen und den Teilsicherheitsbeiwerten γ_F für Einwirkungen ohne Berücksichtigung von Kombinationsbeiwerten zu ermitteln.

$$F_d = F_k \cdot \gamma_F \text{ bzw. } F_d = \sum_{i \geq 1} F_{k,i} \cdot \gamma_{F,i} \quad \text{A (2.1d)}$$

A (3) Zusätzlich zu den im Nationalen Anhang zu DIN EN 1990:2010-12, Tabelle NA.A 1.1 angegebenen Kombinationsbeiwerten für Hochbauten sind in der Geotechnik die Kombinationsbeiwerte für sonstige Einwirkungen ($\psi_0 = 0,8$, $\psi_1 = 0,7$, $\psi_2 = 0,5$) aus der genannten Tabelle anzuwenden.

A 2.4.6.1.2 Bemessungswerte von Grundwasserdrücken

A ANMERKUNG zu A 2.4.6.1.2 Bei Stützbauwerken sind zusätzlich die Angaben in 9.6 zu beachten.

A (6) Bei der Ermittlung der Bemessungswerte der Beanspruchungen aus freiem Wasser und aus Grundwasser sind auch für den veränderlichen Anteil des Wasserdrucks die Teilsicherheitsbeiwerte für ständige Einwirkungen zugrunde zu legen.

Zu „2.4.6.2 Bemessungswerte für geotechnische Kenngrößen“

A (4) Beim Nachweis der Gesamtstandsicherheit (GEO-3) sind die charakteristischen Werte der Scherfestigkeit wie folgt mit den Teilsicherheitsbeiwerten $\gamma_{\varphi'}$ und $\gamma_{c'}$ bzw. γ_{cu} und $\gamma_{\varphi u}$ mit Werten $\gamma > 1$ in Bemessungswerte der Scherfestigkeit umzurechnen.

$$\tan \varphi'_d = \tan \varphi'_k / \gamma_{\varphi'} \quad \text{A (2.2a)}$$

$$c'_d = c'_k / \gamma_{c'} \quad \text{A (2.2b)}$$

$$c_{u,d} = c_{u,k} / \gamma_{cu} \quad \text{A (2.2c)}$$

$$\tan \varphi_{u,d} = \tan \varphi_{u,k} / \gamma_{\varphi u} \quad \text{A (2.2d)}$$

Zu „2.4.7 Grenzzustände der Tragfähigkeit“**Zu „2.4.7.1 Allgemeines“**

A ANMERKUNG zu (1)P Dem Grenzzustand GEO werden zwei verschiedene Arten von Nachweisverfahren (GEO-2 und GEO-3) zugeordnet. Siehe 2.4.7.3.4.3 und 2.4.7.3.4.4.

Zu „2.4.7.2 Nachweis der Lagesicherheit“

A ANMERKUNG zu (2)P Zum Nachweis der Sicherheit gegen Kippen siehe 6.5.4 A (3).

Zu „2.4.7.3 Nachweis von Grenzzuständen im Tragwerk und im Baugrund bei ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen“**Zu „2.4.7.3.1 Allgemeines“**

A (2) Die in diesem Abschnitt beschriebenen Nachweise gelten für die in 2.2 A(4) genannten Bemessungssituationen BS-P, BS-T, BS-A und BS-E.

Zu „2.4.7.3.2 Bemessungswert der Beanspruchungen“

A (1a) Die Bemessungswerte der Beanspruchungen E_d sind stets in den maßgebenden Schnitten durch das Bauwerk und den Baugrund sowie in den Berührungsflächen zwischen Bauwerk und Baugrund zu ermitteln. Die Abschnitte 2.4.7.3.4.3 und 2.4.7.3.4.4 enthalten die Festlegungen dazu, bei welchen Grenzzuständen welche der beiden Gleichungen anzuwenden ist. Nachfolgend werden zwei Fälle unterschieden.

A (1b) Im allgemeingültigen Fall, der auch

- nichtlinear-elastische Berechnungen und die
- Anwendung der Theorie 2. Ordnung

erfasst, ergeben sich die Bemessungswerte E_d der Beanspruchungen unter Beachtung der Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte aus folgenden Ansätzen:

- für die Bemessungssituationen BS-P und BS-T:

$$E_d = E \left(\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right) \quad \text{A (2.6c)}$$

— für die Bemessungssituation BS-A:

$$E_d = E \left(\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot (\psi_1 \text{ oder } \psi_2) \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right) \quad \text{A (2.6d)}$$

— für die Bemessungssituation BS-E:

$$E_d = E \left(\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + A_{Ed} + \sum_{j \geq 1} \psi_{2,j} \cdot Q_{k,j} \right) \quad \text{A (2.6e)}$$

A ANMERKUNG 1 zu A (1b) Entsprechend DIN EN 1990 hat die Zeichenkombination „+“ die Bedeutung „in Verbindung mit“.

A ANMERKUNG 2 zu A (1b) Für Nachweise in der Geotechnik werden auch bei der Bemessungssituation BS-A Teilsicherheitsbeiwerte eingeführt. Damit wird die Regelung in 2.4.7.1 (3) konkretisiert.

A ANMERKUNG 3 zu A (1b) Die Wahl zwischen ψ_1 oder ψ_2 in Gleichung A (2.6d) hängt von der maßgebenden außergewöhnlichen Bemessungssituation ab. Siehe hierzu DIN EN 1990:2010-12, 6.4.3.3 (3) und (4).

A (1c) In den Gleichungen A (2.6c) bis A (2.6e) sind

E_d	Bemessungswert einer Beanspruchung;
$\gamma_{G,j}$	Teilsicherheitsbeiwert γ_G für die j -te ständige charakteristische Einwirkung $G_{k,j}$. Bei Erdruchdruck als ständiger Einwirkung ist hier $\gamma_{G,E0}$ aus Tabelle A 2.1 einzusetzen;
$G_{k,j}$	j -te ständige charakteristische Einwirkung ($j \geq 1$);
γ_P	Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen aus Vorspannen;
P_k	charakteristische Einwirkung aus Vorspannung;
$\gamma_{Q,1}$	Teilsicherheitsbeiwert für die Leiteinwirkung der veränderlichen charakteristischen Einwirkungen;
$Q_{k,1}$	Leiteinwirkung der veränderlichen Einwirkungen;
$\gamma_{Q,i}$	Teilsicherheitsbeiwert für die i -te veränderliche charakteristische Einwirkung ($i \geq 2$);
$\psi_{0,i}$	Kombinationsbeiwert ψ_0 für begleitende veränderliche Einwirkung $Q_{k,i}$;
$Q_{k,i}$	i -te veränderliche Einwirkung ($i \geq 2$);
A_d	Bemessungswert einer außergewöhnlichen Einwirkung;
ψ_1	Kombinationsbeiwert zum Festlegen des häufigen Werts der veränderlichen Leiteinwirkung $Q_{k,1}$;

ψ_2	Kombinationsbeiwert zum Festlegen des quasi-ständigen Werts der veränderlichen Leiteinwirkung $Q_{k,1}$;
$\psi_{2,i}$	Kombinationsbeiwert ψ_2 zum Festlegen des quasi-ständigen Werts der i -ten veränderlichen Einwirkung;
A_{Ed}	Bemessungswert einer Einwirkung infolge von Erdbeben nach DIN EN 1990, Tabelle A.1.3;
$\psi_{2,j}$	Kombinationsbeiwert ψ_2 zum Festlegen des quasi-ständigen Werts der j -ten veränderlichen Einwirkung;
$Q_{k,j}$	j -te veränderliche Einwirkung ($j \geq 1$);
$\psi_{0,i}, \psi_{1,i}, \psi_{2,i}, \psi_{2,j}$	Beiwerte für Kombinationen, zugehörig zur i -ten oder j -ten veränderlichen charakteristischen Einwirkung. Der erste Index bezieht sich dabei immer auf die Art des Beiwertes: 0 – Beiwert für Kombinationsbeiwerte veränderlicher Einwirkungen; 1 – Beiwert für häufige Werte veränderlicher Einwirkungen; 2 – Beiwert für quasi-ständige Werte veränderlicher Einwirkungen, siehe 2.4.6.1.1 A(3).

A (1d) Im Fall der Nachweisführung mit linear-elastischer Theorie und Gültigkeit des Superpositionsprinzips sind mit dem Nachweisverfahren 2 nach 2.4.7.3.4.3 A (3) die Einwirkungen stets als charakteristische Werte G_k bzw. Q_k in die Berechnung einzuführen. Erst bei der Aufstellung der Grenzzustandsbedingung sind die mit diesen Werten ermittelten charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchungen in Form von Schnittgrößen (z. B. Querkräfte, Auflagerkräfte, Biegemomente) oder Spannungen (z. B. Normalspannungen, Schubspannungen, Vergleichsspannungen) mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_F und ggf. mit den Kombinationsbeiwerten ψ für Einwirkungen bzw. Beanspruchungen in Bemessungswerte E_d der Beanspruchungen umzurechnen. Danach ergeben sich die Bemessungswerte der Gesamtbeanspruchungen

— bei der Bemessungssituationen BS-P und BS-T nach der Gleichung

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot E(G_{k,j}) + \gamma_P \cdot E(P_k) + \gamma_{Q,1} \cdot E(Q_{k,1}) + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot E(Q_{k,i}) \quad \text{A (2.6f)}$$

— bei der Bemessungssituation BS-A nach der Gleichung

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot E(G_{k,j}) + \gamma_P \cdot E(P_k) + E(A_d) + \gamma_{Q,1} \cdot (\psi_1 \text{ oder } \psi_2) \cdot E(Q_{k,1}) + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot E(Q_{k,i}) \quad \text{A (2.6g)}$$

— bei der Bemessungssituation BS-E nach der Gleichung

$$E_d = \sum_{j \geq 1} E(G_{k,j}) + E(P_k) + E(A_{Ed}) + \sum_{j \geq 1} \psi_{2,j} \cdot E(Q_{k,j}) \quad \text{A (2.6h)}$$

A ANMERKUNG 1 zu Gleichung A (2.6g) Für Nachweise der Geotechnik werden auch bei der Bemessungssituation BS-A Teilsicherheitsbeiwerte eingeführt. Damit wird die Regelung in 2.4.7.1 (4) konkretisiert.

A ANMERKUNG 2 zu Gleichung A (2.6g) Sofern sich die Auswirkungen von unplanmäßigen Situationen, z. B. des Ausfalls von Betriebs- und Sicherungseinrichtungen, eines unplanmäßigen Mehraushubs oder einer Kolkbildung, nicht in Form einer Einwirkung A_d , sondern in Form einer Erhöhung von Schnittgrößen ausdrücken, wird $A_d = 0$ gesetzt.

A ANMERKUNG 3 zu Gleichung A (2.6g) Die Wahl zwischen ψ_1 oder ψ_2 in Gleichung A (2.6d) hängt von der maßgebenden außergewöhnlichen Bemessungssituation ab. Siehe hierzu DIN EN 1990, 6.4.3.3 (3) und (4).

Außer den Bezeichnungen in A (1c) gelten in den Gleichung A (2.6f) bis Gleichung A (2.6h) zusätzlich folgende Symbole:

$E(G_{k,j})$ Beanspruchung aus einer ständigen Einwirkung ($j \geq 1$);

$E(P_k)$ Beanspruchung aus einer Einwirkung aus Vorspannung;

$E(Q_{k,1})$ Beanspruchung aus der Leiteinwirkung der veränderlichen Einwirkungen;

$E(Q_{k,i})$ Beanspruchung aus begleitenden veränderlichen Einwirkungen ($i > 1$);

$E(Q_{k,j})$ Beanspruchung aus veränderlichen Einwirkungen ($j \geq 1$);

$E(A_d)$ Beanspruchung aus einer außerordentlichen Einwirkung;

$E(A_{Ed})$ Beanspruchung aus Erdbeben.

Zu „2.4.7.3.3 Bemessungswiderstände“

A (1) Die Bemessungswiderstände sind beim Nachweisverfahren GEO-2 nach Gleichung (2.7b) und beim Nachweisverfahren GEO-3 nach Gleichung (2.7a) zu ermitteln.

Zu „2.4.7.3.4 Nachweisverfahren“

Zu „2.4.7.3.4.3 Nachweisverfahren 2“

A (1) Das Nachweisverfahren 2 ist bei der Ermittlung der Schnittgrößen sowie beim Nachweis eines ausreichenden Erdwiderstands, beim Nachweis der Sicherheit gegen Gleiten und Grundbruch, beim Nachweis der Tragfähigkeit von Pfählen und Ankern und beim Nachweis der Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge anzuwenden. Es darf auch angewendet werden, um die Standsicherheit von konstruktiven Böschungssicherungen nachzuweisen. Grenzzustände des Bodens, bei denen das Nachweisverfahren 2 verwendet wird, werden als GEO-2 bezeichnet.

A (2) Die Bemessungswerte der Beanspruchungen E_d sind im Nachweisverfahren 2 nach (2.6b) mit den Kombinationsgleichungen A (2.6f) bis A (2.6h) zu ermitteln.

A (3) Das Nachweisverfahren 2 (STR und GEO-2) besteht aus folgenden Schritten, sofern nicht im Einzelfall etwas anderes zweckmäßig ist oder, z. B. in 7.6.3.1 A (3), verlangt wird:

- 1) Entwurf des Bauwerks und Festlegung des statischen Systems einschließlich der Abmessungen, soweit dies für die Rechnung erforderlich ist;
- 2) Ermittlung der charakteristischen bzw. repräsentativen Werte $G_{k,i}$, $Q_{k,i}$ bzw. $Q_{rep,i}$ der Einwirkungen, z. B. aus Eigengewicht, Erddruck, Wasserdruck oder Verkehr, sowie ggf. Vorgabe von charakteristischen Werten oder anderen repräsentativen Werten der Gründungslasten nach A 2.4.2.3 A (2);

- 3) Ermittlung der charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchungen $E_{Gk,i}$ bzw. $E_{Qrep,i}$ in Form von Schnittgrößen, z. B. Querkräfte, Auflagerkräfte, Biegemomente, oder Spannungen, z. B. Normalspannungen, Schubspannungen, Vergleichsspannungen, in den maßgebenden Schnitten durch das Bauwerk und in Berührungsflächen zwischen Bauwerk und Baugrund, bei linear-elastischen Systemen getrennt nach ständigen Einwirkungen, regelmäßig auftretenden veränderlichen Einwirkungen und begleitenden veränderlichen Einwirkungen, gegebenenfalls mit ihren Kombinationsbeiwerten entsprechend den maßgebenden Bemessungssituationen nach 2.2;
- 4) Ermittlung der charakteristischen Widerstände $R_{k,i}$ des Baugrunds, z. B. Erdwiderstand, Grundbruchwiderstand, Pfahlwiderstand oder Herauszieh-widerstand von Ankern, durch Berechnung, Probelastung oder aufgrund von Erfahrungswerten;
- 5) Ermittlung der Bemessungswerte $E_{d,i}$ der Beanspruchungen durch Multiplikation der charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchungen mit den Teilsicherheitsbeiwerten für Einwirkungen;
- 6) Ermittlung der Bemessungswerte $R_{d,i}$ der Widerstände des Baugrunds durch Division der charakteristischen Widerstände $R_{k,i}$ mit den Teilsicherheitsbeiwerten γ_R für Bodenwiderstände: $R_{d,i} = R_{k,i} / \gamma_R$ sowie Ermittlung der Bemessungswiderstände $R_{d,i}$ der Bauteile, z. B. widerstehende Druck-, Zug-, Querkräfte, Biegemomente oder Spannungen nach den Regeln der jeweiligen Bauartnormen;
- 7) Nachweis der Einhaltung der Grenzzustandsbedingung

$$E_d = \sum E_{d,i} \leq \sum R_{d,i} = R_d \quad \text{A (2.7e)}$$

mit den Bemessungswerten E_d der Beanspruchungen und den Bemessungswiderständen R_d in den maßgebenden Schnitten.

A (4) Zur Ermittlung der charakteristischen bzw. repräsentativen Beanspruchungen aus veränderlichen Einwirkungen nach Schritt 3 für die jeweils untersuchte Lastkombination darf bei nichtlinearen statischen Systemen bzw. bei Verwendung von numerischen Verfahren wie folgt vorgegangen werden:

- Ermittlung der Gesamtbeanspruchung $E_{k,i}$ infolge der charakteristischen bzw. repräsentativen ständigen und veränderlichen Einwirkungen;
- Ermittlung der Beanspruchung $E_{Gk,i}$ infolge der charakteristischen ständigen Einwirkungen;
- Ermittlung der Beanspruchung $E_{Qrep,i}$ infolge der repräsentativen veränderlichen Einwirkungen aus dem Ansatz:

$$E_{Qrep,i} = E_{k,i} - E_{Gk,i} \quad \text{A (2.7f)}$$

A (5) Abweichend von A (4) dürfen alle veränderlichen Einwirkungen, die über eine großflächige Gleichlast $p_k = 10 \text{ kN/m}^2$ hinausgehen, mit dem Faktor $f_q = \gamma_Q / \gamma_G$ multipliziert werden. Dies gilt auch für nichtlineare statische Systeme und für numerische Verfahren.

ANMERKUNG zu A (5) Dieses Vorgehen ersetzt die Aufteilung der charakteristischen Beanspruchungen für die jeweils untersuchte Lastkombination nach ständigen und veränderlichen Einwirkungen. Zur Ermittlung der Bemessungsbeanspruchung braucht die charakteristische Gesamtbeanspruchung nur noch mit dem Teilsicherheitsbeiwert γ_G multipliziert zu werden.

Zu „2.4.7.3.4.4 Nachweisverfahren 3“

A (2) Das Nachweisverfahren 3 ist beim Nachweis der Gesamtstandsicherheit zu verwenden. Es darf auch angewendet werden, um die Standsicherheit von konstruktiven Böschungssicherungen nachzuweisen und die Schnittgrößen zur Bemessung ihrer Einzelteile zu ermitteln. Grenzzustände des Bodens, bei denen das Nachweisverfahren 3 verwendet wird, werden als GEO-3 bezeichnet.

A (3) Sofern mehrere unabhängige veränderliche Einwirkungen zu berücksichtigen sind, dürfen sie als repräsentative Einwirkungen nach A 2.4.6.1.1 angesetzt werden.

A (4) Die Bemessungswerte der Beanspruchungen E_d sind im Nachweisverfahren 3 in den maßgebenden Schnitten durch das Bauwerk sowie in den Berührungsflächen zwischen Bauwerk und Baugrund entsprechend Gleichung (2.6a) mit den Kombinationsregeln aus 2.4.6 zu ermitteln.

Zu „2.4.7.4 Nachweisverfahren und Teilsicherheitsbeiwerte beim Aufschwimmen“

A ANMERKUNG zu 2.4.7.4 Zur Kombination von veränderlichen Einwirkungen beim Nachweis gegen Aufschwimmen siehe A 2.4.6.1.1 A (2b).

Zu „2.4.7.5 Nachweisverfahren und Teilsicherheitsbeiwerte beim hydraulischen Grundbruch“

A (1) Der Nachweis der Sicherheit gegen Versagen durch hydraulischen Grundbruch ist mit der Grenzzustandsbedingung (2.9b) zu führen.

A ANMERKUNG zu 2.4.7.5 Zur Kombination von veränderlichen Einwirkungen beim Nachweis gegen hydraulischen Grundbruch siehe A 2.4.6.1.1 A (2d).

A 2.4.7.6 Teilsicherheitsbeiwerte für die Grenzzustände der Tragfähigkeit

A ANMERKUNG zu A 2.4.7.6 Mit den in Tabelle A 2.1 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerten in Verbindung mit den Teilsicherheitsbeiwerten nach den Tabellen A 2.2 und A 2.3 wird das bisherige Sicherheitsniveau auf der Grundlage des Globalsicherheitskonzepts im Wesentlichen beibehalten. Insbesondere bei vorübergehenden Bemessungssituationen, z. B. bei Bauzuständen, liegt es um ein angemessenes Maß unter dem konventionellen Niveau der in EN 1997-1 empfohlenen Werte.

A 2.4.7.6.1 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen

A (1) Beim Nachweis von Grenzzuständen sind für Einwirkungen bzw. Beanspruchungen die Teilsicherheitsbeiwerte der Tabelle A 2.1 zu verwenden.

A (2) Bei der Umrechnung von charakteristischen bzw. repräsentativen Werten in Bemessungswerte ist eine Einwirkung immer als einheitliches Ganzes zu behandeln. Wird eine Einwirkung bzw. eine Beanspruchung in Komponenten zerlegt, so sind diese jeweils mit den gleichen Teilsicherheitsbeiwerten zu belegen.

A (3) Sofern größere Verschiebungen und Verformungen des Bauwerkes die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks nicht beeinträchtigen, darf in begründeten Fällen der Teilsicherheitsbeiwert γ_G im Fall des Erd- und Wasserdruckes herabgesetzt werden. Die Herabsetzung darf jedoch höchstens einer Umstufung der Bemessungssituation von BS-P nach BS-T bzw. von BS-T nach BS-A entsprechen. Zur Herabsetzung des Teilsicherheitsbeiwerts γ_G ist Sachkunde und Erfahrung auf dem Gebiet der Geotechnik erforderlich.

A ANMERKUNG zu A (3) Weitere fachspezifische Regelungen für Ufereinfassungen, Häfen und Wasserstraßen siehe EAU [2].

A (4) Für den Extremfall einer Bemessungssituation mit einer äußerst unwahrscheinlichen Einwirkungskombination, bei der die auftretenden Verschiebungen und Verformungen hinnehmbar sind, kann es in begründeten Sonderfällen angemessen sein, die Teilsicherheitsbeiwerte für Beanspruchungen gleich $\gamma_F = \gamma_R = 1,00$ zu setzen. Dazu ist Sachkunde und Erfahrung auf dem Gebiet der Geotechnik erforderlich.

A ANMERKUNG 1 zu A (4) Hierzu siehe das Merkblatt „Standicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen“ (MSD) [9].

A ANMERKUNG 2 zu A (4) Zum Teilsicherheitsbeiwert γ_R siehe Fußnote 4.

Tabelle A 2.1 — Teilsicherheitsbeiwerte γ_F^1 bzw. γ_E^2 für Einwirkungen und Beanspruchungen

Einwirkung bzw. Beanspruchung	Formelzeichen	Bemessungssituation		
		BS-P	BS-T	BS-A/BS-E
HYD und UPL: Grenzzustand des Versagens durch hydraulischen Grundbruch und Aufschwimmen				
Destabilisierende ständige Einwirkungen ^a	$\gamma_{G,dst}$	1,05	1,05	1,00
Stabilisierende ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,stb}$	0,95	0,95	0,95
Destabilisierende veränderliche Einwirkungen	$\gamma_{Q,dst}$	1,50	1,30	1,00
Stabilisierende veränderliche Einwirkungen	$\gamma_{Q,stb}$	0	0	0
Strömungskraft bei günstigem Untergrund	γ_H	1,45	1,45	1,25
Strömungskraft bei ungünstigem Untergrund	γ_H	1,90	1,90	1,45
EQU: Grenzzustand des Verlusts der Lagesicherheit				
Ungünstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,dst}$	1,10	1,05	1,00
Günstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,stb}$	0,90	0,90	0,95
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1,50	1,25	1,00
STR und GEO-2: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund				
Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen allgemein ^a	γ_G	1,35	1,20	1,10
Beanspruchungen aus günstigen ständigen Einwirkungen ^b	$\gamma_{G,inf}$	1,00	1,00	1,00
Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen aus Erdruchdruck	$\gamma_{G,E0}$	1,20	1,10	1,00
Beanspruchungen aus ungünstigen veränderlichen Einwirkungen	γ_Q	1,50	1,30	1,10
Beanspruchungen aus günstigen veränderlichen Einwirkungen	γ_Q	0	0	0
GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit				
Ständige Einwirkungen ^a	γ_G	1,00	1,00	1,00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1,30	1,20	1,00

1 Der Beiwert γ_F ist ein Oberbegriff für die jeweils auf den Einzelfall der Einwirkungen F bezogenen Teilsicherheitsbeiwerte.

2 Der Beiwert γ_E ist ein Oberbegriff für die jeweils auf den Einzelfall der Beanspruchungen E bezogenen Teilsicherheitsbeiwerte.“

Einwirkung bzw. Beanspruchung	Formelzeichen	Bemessungssituation		
		BS-P	BS-T	BS-A/BS-E
SLS: Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit				
$\gamma_G = 1,00$ für ständige Einwirkungen bzw. Beanspruchungen				
$\gamma_Q = 1,00$ für veränderliche Einwirkungen bzw. Beanspruchungen				
^a einschließlich ständigem und veränderlichem Wasserdruck.				
^b nur im Sonderfall nach 7.6.3.1 A (2).				

A ANMERKUNG 1 zu Tabelle A 2.1 Abweichend von DIN EN 1990 sind die Teilsicherheitsbeiwerte γ_G und γ_Q für Beanspruchungen aus ständigen und ungünstigen veränderlichen Einwirkungen für die Bemessungssituation BS-A von $\gamma_G = \gamma_Q = 1,00$ auf $\gamma_G = \gamma_Q = 1,10$ angehoben worden, um das bisher bewährte Sicherheitsniveau beizubehalten.

A ANMERKUNG 2 zu Tabelle A 2.1 Die Teilsicherheitsbeiwerte $\gamma_{G,E0}$ sind gegenüber den Teilsicherheitsbeiwerten γ_G herabgesetzt worden, weil der Erdruchdruck bereits bei geringen Spannungsbewegungen auf einen geringeren Erddruck, im Grenzfall auf den wesentlich kleineren aktiven Erddruck absinkt.

A 2.4.7.6.2 Teilsicherheitsbeiwerte für geotechnische Kenngrößen

A (1) Beim Nachweis geotechnischer Grenzzustände sind für geotechnische Kenngrößen die Teilsicherheitsbeiwerte der Tabelle A 2.2 zu verwenden.

Tabelle A 2.2 — Teilsicherheitsbeiwerte γ_M^3 für geotechnische Kenngrößen

Bodenkenngröße	Formelzeichen	Bemessungssituation		
		BS-P	BS-T	BS-A/BS-E
HYD und UPL: Grenzzustand des Versagens durch hydraulischen Grundbruch und Aufschwimmen				
Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$ des dränierten Bodens und Reibungsbeiwert $\tan \varphi_u$ des undränierten Bodens	$\gamma_{\varphi'}, \gamma_{\varphi_u}$	1,00	1,00	1,00
Kohäsion c' des dränierten Bodens und Scherfestigkeit c_u des undränierten Bodens	$\gamma_{c'}, \gamma_{c_u}$	1,00	1,00	1,00
GEO-2: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund				
Reibungsbeiwert $\tan \varphi'$ des dränierten Bodens und Reibungsbeiwert $\tan \varphi_u$ des undränierten Bodens	$\gamma_{\varphi'}, \gamma_{\varphi_u}$	1,00	1,00	1,00
Kohäsion c' des dränierten Bodens und Scherfestigkeit c_u des undränierten Bodens	$\gamma_{c'}, \gamma_{c_u}$	1,00	1,00	1,00

3 Der Beiwert γ_M ist ein Oberbegriff für die jeweils auf den Einzelfall bezogenen Teilsicherheitsbeiwerte.