

DIN EN 1997-1:2009-09 (D)

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

| Inhalt | Seite |
|---|-----------|
| Vorwort | 8 |
| 1 Allgemeines | 12 |
| 1.1 Anwendungsbereich | 12 |
| 1.1.1 Anwendungsbereich der EN 1997 | 12 |
| 1.1.2 Anwendungsbereich der EN 1997-1 | 12 |
| 1.1.3 Weitere Teile der EN 1997 | 13 |
| 1.2 Normative Verweisungen | 13 |
| 1.3 Voraussetzungen | 14 |
| 1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln | 14 |
| 1.5 Begriffe | 15 |
| 1.5.1 Einheitliche Begriffe in allen Eurocodes | 15 |
| 1.5.2 Besondere Begriffe in EN 1997-1 | 15 |
| 1.6 Symbole | 16 |
| 2 Grundlagen der geotechnischen Bemessung | 22 |
| 2.1 Anforderungen an Entwurf, Berechnung und Bemessung | 22 |
| 2.2 Bemessungssituationen | 24 |
| 2.3 Dauerhaftigkeit | 25 |
| 2.4 Geotechnische Bemessung auf Grund von Berechnungen | 26 |
| 2.4.1 Allgemeines | 26 |
| 2.4.2 Einwirkungen | 27 |
| 2.4.3 Baugrundeigenschaften | 29 |
| 2.4.4 Geometrische Vorgaben | 30 |
| 2.4.5 Charakteristische Werte | 30 |
| 2.4.6 Bemessungswerte | 31 |
| 2.4.7 Grenzzustände der Tragfähigkeit | 33 |
| 2.4.8 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit | 38 |
| 2.4.9 Grenzwerte für Fundamentbewegungen | 39 |
| 2.5 Entwurf und Bemessung auf Grund von anerkannten Tabellenwerten | 40 |
| 2.6 Probelastungen und Modellversuche | 40 |
| 2.7 Beobachtungsmethode | 40 |
| 2.8 Geotechnischer Entwurfsbericht | 41 |
| 3 Geotechnische Unterlagen | 43 |
| 3.1 Allgemeines | 43 |
| 3.2 Geotechnische Untersuchungen | 43 |
| 3.2.1 Allgemeines | 43 |
| 3.2.2 Voruntersuchungen | 43 |
| 3.2.3 Hauptuntersuchungen | 44 |
| 3.3 Ableitung geotechnischer Kenngrößen | 44 |
| 3.3.1 Allgemeines | 44 |
| 3.3.2 Ansprache der Boden- und Felsart | 45 |
| 3.3.3 Wichte | 46 |
| 3.3.4 Lagerungsdichte | 46 |
| 3.3.5 Verdichtungsgrad | 46 |
| 3.3.6 Scherfestigkeit | 46 |
| 3.3.7 Bodensteifigkeit | 47 |
| 3.3.8 Güte und Eigenschaften von Gestein und Fels (Gebirge) | 47 |
| 3.3.9 Kenngrößen für die Durchlässigkeit und Konsolidation von Boden und Fels | 49 |
| 3.3.10 Geotechnische Kenngrößen aus Feldversuchen | 49 |
| 3.4 Geotechnischer Untersuchungsbericht | 52 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.4.1 | Anforderungen | 52 |
| 3.4.2 | Darstellung der geotechnischen Befunde | 52 |
| 3.4.3 | Bewertung der geotechnischen Befunde..... | 53 |
| 4 | Bauüberwachung, Kontrollmessungen und Instandhaltung | 54 |
| 4.1 | Allgemeines | 54 |
| 4.2 | Bauüberwachung..... | 54 |
| 4.2.1 | Überwachungsprogramm | 54 |
| 4.2.2 | Beaufsichtigung und Kontrolle | 55 |
| 4.2.3 | Überprüfung der Planungsvorgaben | 56 |
| 4.3 | Kontrolle der Baugrundverhältnisse | 56 |
| 4.3.1 | Boden und Fels | 56 |
| 4.3.2 | Grundwasser | 56 |
| 4.4 | Kontrolle der Baudurchführung | 57 |
| 4.5 | Kontrollmessungen | 58 |
| 4.6 | Instandhaltung | 59 |
| 5 | Schüttungen, Wasserhaltung, Bodenverbesserung und Bodenbewehrung..... | 60 |
| 5.1 | Allgemeines | 60 |
| 5.2 | Grundsätzliche Anforderungen..... | 60 |
| 5.3 | Ausführung von Schüttungen | 60 |
| 5.3.1 | Grundsätze | 60 |
| 5.3.2 | Wahl des Schüttmaterials | 61 |
| 5.3.3 | Wahl der Einbau- und Verdichtungsverfahren | 62 |
| 5.3.4 | Überprüfung der Schüttung..... | 63 |
| 5.4 | Wasserhaltung | 64 |
| 5.5 | Bodenverbesserung und Bodenbewehrung..... | 65 |
| 6 | Flächengründungen | 66 |
| 6.1 | Allgemeines | 66 |
| 6.2 | Grenzzustände | 66 |
| 6.3 | Einwirkungen und Bemessungssituationen..... | 66 |
| 6.4 | Gesichtspunkte bei Bemessung und Ausführung | 66 |
| 6.5 | Nachweise für den Grenzzustand der Tragfähigkeit..... | 67 |
| 6.5.1 | Gesamtstandsicherheit | 67 |
| 6.5.2 | Grundbruchwiderstand | 68 |
| 6.5.3 | Gleitwiderstand | 69 |
| 6.5.4 | Stark exzentrische Belastung..... | 70 |
| 6.5.5 | Tragwerksversagen durch Fundamentbewegung..... | 70 |
| 6.6 | Bemessung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit..... | 70 |
| 6.6.1 | Allgemeines | 70 |
| 6.6.2 | Setzung | 71 |
| 6.6.3 | Hebung..... | 72 |
| 6.6.4 | Schwingungsberechnung | 72 |
| 6.7 | Gründungen auf Fels; ergänzende Gesichtspunkte bei Entwurf und Bemessung | 73 |
| 6.8 | Bemessung der Bauteile von Flächengründungen..... | 73 |
| 6.9 | Vorbereitung der Baugrubensohle | 74 |
| 7 | Pfahlgründungen | 75 |
| 7.1 | Allgemeines | 75 |
| 7.2 | Grenzzustände | 75 |
| 7.3 | Einwirkungen und Bemessungssituationen..... | 75 |
| 7.3.1 | Allgemeines | 75 |
| 7.3.2 | Einwirkungen durch Bodenverschiebung | 76 |
| 7.4 | Verfahren und Gesichtspunkte bei Entwurf und Bemessung | 77 |
| 7.4.1 | Entwurfs- und Bemessungsverfahren..... | 77 |
| 7.4.2 | Gesichtspunkte bei der Bemessung..... | 78 |
| 7.5 | Pfahlprobelastungen | 79 |
| 7.5.1 | Allgemeines | 79 |
| 7.5.2 | Statische Probelastungen | 80 |
| 7.5.3 | Dynamische Probelastungen | 81 |
| 7.5.4 | Probelastungsbericht..... | 81 |
| 7.6 | Axial beanspruchte Pfähle | 81 |
| 7.6.1 | Allgemeines | 81 |

| | | |
|-------|--|-------|
| 7.6.2 | Widerstand bei Druck | 82 |
| | | Seite |
| 7.6.3 | Widerstand bei Zug | 88 |
| 7.6.4 | Vertikalverschiebungen von Pfahlgründungen (Gebrauchstauglichkeit des gestützten Bauwerks) | 91 |
| 7.7 | Quer beanspruchte Pfähle..... | 92 |
| 7.7.1 | Allgemeines | 92 |
| 7.7.2 | Widerstand gegen Querbeanspruchung auf Grund von Pfahlprobelastungen..... | 93 |
| 7.7.3 | Widerstand gegen Querbeanspruchung auf Grund von Baugrunduntersuchungen und Kenngrößen der Pfahlfestigkeit | 93 |
| 7.7.4 | Verschiebung bei Querbeanspruchung | 93 |
| 7.8 | Innere Bemessung des Pfahles | 94 |
| 7.9 | Bauüberwachung | 94 |
| 8 | Verankerungen | 97 |
| 8.1 | Allgemeines | 97 |
| 8.1.1 | Geltungsbereich | 97 |
| 8.1.2 | Definitionen | 97 |
| 8.2 | Grenzzustände..... | 98 |
| 8.3 | Bemessungssituationen und Einwirkungen..... | 98 |
| 8.4 | Gesichtspunkte bei Bemessung und Ausführung..... | 99 |
| 8.5 | Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit | 100 |
| 8.5.1 | Bemessung der Anker | 100 |
| 8.5.2 | Bemessungswerte des Herauszieh-Widerstands auf Grund von Versuchsergebnissen..... | 100 |
| 8.5.3 | Bemessungswerte des Herauszieh-Widerstands auf Grund von Berechnungen | 100 |
| 8.5.4 | Bemessungswert des Materialwiderstands der Anker..... | 101 |
| 8.5.5 | Bemessungswert der Ankerbeanspruchung | 101 |
| 8.6 | Bemessung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit | 101 |
| 8.7 | Eignungsprüfungen | 101 |
| 8.8 | Abnahmeprüfungen | 102 |
| 8.9 | Bauüberwachung und Kontrollmessungen..... | 102 |
| 9 | Stützbauwerke | 103 |
| 9.1 | Allgemeines | 103 |
| 9.1.1 | Geltungsbereich | 103 |
| 9.1.2 | Definitionen..... | 103 |
| 9.2 | Grenzzustände..... | 103 |
| 9.3 | Einwirkungen, geometrische Angaben und Bemessungssituationen | 104 |
| 9.3.1 | Einwirkungen | 104 |
| 9.3.2 | Geometrische Vorgaben | 106 |
| 9.3.3 | Bemessungssituationen..... | 106 |
| 9.4 | Gesichtspunkte bei Bemessung und Ausführung..... | 107 |
| 9.4.1 | Allgemeines | 107 |
| 9.4.2 | Dränsysteme | 108 |
| 9.5 | Erddruckermittlung | 108 |
| 9.5.1 | Allgemeines | 108 |
| 9.5.2 | Werte des Erdruhedrucks..... | 109 |
| 9.5.3 | Grenzwerte des Erddrucks..... | 110 |
| 9.5.4 | Zwischenwerte des Erddrucks..... | 110 |
| 9.5.5 | Verdichtungswirkung..... | 110 |
| 9.6 | Wasserdrücke | 111 |
| 9.7 | Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit..... | 111 |
| 9.7.1 | Allgemeines | 111 |
| 9.7.2 | Gesamtstandsicherheit | 111 |
| 9.7.3 | Fundamentversagen bei Gewichtsstützwänden | 112 |
| 9.7.4 | Versagen bodengestützter Wände durch Drehung | 113 |
| 9.7.5 | Versagen bodengestützter Wände durch Vertikalbewegung | 114 |
| 9.7.6 | Innere Bemessung von Stützbauwerken | 115 |
| 9.7.7 | Versagen von Verankerungen | 115 |

| | | |
|--|---|------------|
| 9.8 | Bemessung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit..... | 116 |
| 9.8.1 | Allgemeines..... | 116 |
| 9.8.2 | Verschiebungen..... | 116 |
| 10 | Hydraulisch verursachtes Versagen..... | 118 |
| 10.1 | Allgemeines..... | 118 |
| 10.2 | Versagen durch Aufschwimmen..... | 119 |
| 10.3 | Hydraulischer Grundbruch..... | 121 |
| 10.4 | Innere Erosion..... | 122 |
| 10.5 | Versagen durch Piping..... | 122 |
| 11 | Gesamtstandsicherheit..... | 124 |
| 11.1 | Allgemeines..... | 124 |
| 11.2 | Grenzzustände..... | 124 |
| 11.3 | Einwirkungen und Bemessungssituationen..... | 124 |
| 11.4 | Gesichtspunkte bei Berechnung und Ausführung..... | 125 |
| 11.5 | Berechnung im Grenzzustand der Tragfähigkeit..... | 126 |
| 11.5.1 | Nachweis der Gesamtstandsicherheit..... | 126 |
| 11.5.2 | Felsböschungen und Einschnitte..... | 127 |
| 11.5.3 | Standicherheit von Baugruben..... | 128 |
| 11.6 | Berechnung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit..... | 128 |
| 11.7 | Kontrollmessungen..... | 129 |
| 12 | Erddämme..... | 130 |
| 12.1 | Allgemeines..... | 130 |
| 12.2 | Grenzzustände..... | 130 |
| 12.3 | Einwirkungen und Bemessungssituationen..... | 130 |
| 12.4 | Gesichtspunkte bei Entwurf und Ausführung..... | 131 |
| 12.5 | Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit..... | 132 |
| 12.6 | Bemessung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit..... | 132 |
| 12.7 | Bauüberwachung und Kontrollmessungen..... | 133 |
| Anhang A (normativ) Teilsicherheitsbeiwerte und Streuungsfaktoren für Grenzzustände der | | |
| | Tragfähigkeit und empfohlene Zahlenwerte..... | 134 |
| A.1 | Teilsicherheitsbeiwerte und Streuungsfaktoren..... | 134 |
| A.2 | Teilsicherheitsbeiwerte für die Nachweise von Grenzzuständen der Lagesicherheit (EQU).... | 134 |
| A.3 | Teilsicherheitsbeiwerte für den Nachweis von Grenzzuständen im Tragwerk (STR) und Grenzzuständen im Baugrund (GEO)..... | 135 |
| A.3.1 | Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen (γ_F) oder Beanspruchungen (γ_E)..... | 135 |
| A.3.2 | Teilsicherheitsbeiwerte für Bodenkenngößen (γ_M)..... | 136 |
| A.3.3 | Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände (γ_R)..... | 137 |
| A.4 | Teilsicherheitsbeiwerte für Nachweise von Aufschwimm-Grenzzuständen (UPL)..... | 141 |
| A.5 | Teilsicherheitsbeiwerte für den Nachweis der hydraulischen Grundbruchsicherheit (HYD).... | 143 |
| Anhang B (informativ) Erläuterungen zu den Teilsicherheitsbeiwerten für die Nachweis- | | |
| | verfahren 1, 2 und 3..... | 144 |
| B.1 | Allgemeines..... | 144 |
| B.2 | Beiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen..... | 144 |
| B.3 | Beiwerte für geotechnische Kenngrößen und Widerstände..... | 145 |
| Anhang C (informativ) Beispiele zur Ermittlung von Erddrücken..... | | |
| | 147 | 147 |
| C.1 | Grenzwerte des Erddrucks..... | 147 |
| C.2 | Berechnungsverfahren zur Ermittlung aktiver und passiver Erddrücke..... | 155 |
| C.3 | Zur Weckung der Grenzwerte des Erddrucks erforderliche Wandbewegungen..... | 158 |
| Anhang D (informativ) Beispiel für eine analytische Ermittlung des Grundbruchwiderstands..... | | |
| | 162 | 162 |
| D.1 | Im Anhang D verwendete Symbole..... | 162 |
| D.2 | Allgemeines..... | 163 |
| D.3 | Unkonsolidierte Verhältnisse..... | 163 |
| D.4 | Konsolidierte Verhältnisse..... | 163 |

| | |
|--|------------|
| Anhang E (informativ) Beispiel eines halbempirischen Verfahrens zur Abschätzung der Tragfähigkeit einer Flächengründung | 166 |
| Anhang F (informativ) Beispiele für Verfahren zur Setzungsermittlung | 167 |
| F.1 Spannungs-Verformungs-Verfahren | 167 |
| F.2 Angepasstes Elastizitätsverfahren | 167 |
| F.3 Sofortsetzungen | 168 |
| F.4 Konsolidationssetzungen | 168 |
| F.5 Zeitsetzungsverhalten | 168 |
| Anhang G (informativ) Beispiel für ein Verfahren zur Ermittlung von Bemessungssohlrücken für Flächenfundamente auf Fels | 169 |
| Anhang H (informativ) Grenzwerte für Bauwerksverformungen und Fundamentbewegungen | 172 |
| Anhang J (informativ) Kontrollliste für die Überwachung der Bauausführung und des fertigen Bauwerks | 174 |
| J.1 Allgemeines | 174 |
| J.2 Bauüberwachung | 174 |
| J.2.1 Allgemeine Kontrollen | 174 |
| J.2.2 Grundwasserströmung und Porenwasserdruck | 174 |
| J.3 Messungen am fertigen Bauwerk | 175 |

Tabellen

| | |
|--|------------|
| Tabelle A.1 — Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen (γ_F) | 134 |
| Tabelle A.2 — Teilsicherheitsbeiwerte für Bodenkenngrößen (γ_M) | 135 |
| Tabelle A.3 — Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen (γ_F) oder Beanspruchungen (γ_E) | 136 |
| Tabelle A.4 — Teilsicherheitsbeiwerte für Bodenkenngrößen (γ_M) | 136 |
| Tabelle A.5 — Teilsicherheitsbeiwerte (γ_R) für Flächengründungen | 137 |
| Tabelle A.6 — Teilsicherheitsbeiwerte (γ_R) für Verdrängungspfähle | 138 |
| Tabelle A.7 — Teilsicherheitsbeiwerte (γ_R) für Bohrpfähle | 138 |
| Tabelle A.8 — Teilsicherheitsbeiwerte (γ_R) für Schneckenbohrpfähle (CFA) | 138 |
| Tabelle A.9 — Streuungsfaktoren ξ zur Ableitung charakteristischer Werte aus statischen Pfahlprobelastungen (n-Anzahl der probebelasteten Pfähle) | 139 |
| Tabelle A.10 — Streuungsfaktoren ξ zur Ableitung charakteristischer Werte aus Ergebnissen von Baugrunduntersuchungen (n-Anzahl der Versuchsprofile) | 139 |
| Tabelle A.11 — Streuungsfaktoren ξ zur Ableitung charakteristischer Werte aus Schlagversuchen (n-Anzahl der untersuchten Pfähle) | 140 |
| Tabelle A.12 — Teilsicherheitsbeiwerte (γ_R) für die Widerstände vorgespannter Anker | 140 |
| Tabelle A.13 — Teilsicherheitsbeiwerte (γ_R) für die Widerstände von Stützbauwerken | 141 |
| Tabelle A.14 — Teilsicherheitsbeiwerte (γ_M) für Böschungen und Nachweise der Gesamtstand- sicherheit | 141 |
| Tabelle A.15 — Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen (γ_F) | 142 |
| Tabelle A.16 — Teilsicherheitsbeiwerte für Bodenkenngrößen und Widerstände | 142 |
| Tabelle A.17 — Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen (γ_F) | 143 |
| Tabelle C.1 — Verhältniswerte v_d/h für nichtbindige Böden | 159 |
| Tabelle C.2 — Verhältniswerte v_p/h und v/h für $0,5\sigma_p$ für nichtbindige Böden | 160 |
| Tabelle G.1 — Gruppierung für mürbe und klüftige Felsarten | 169 |

Bilder

| | |
|--|------------|
| Bild 7.1 — Beispiele zum Aufschwimmen (UPL) einer Pfahlgründung | 90 |
| Bild 9.1 — Beispiele für Grenzzustände durch Verlust der Gesamtstandsicherheit bei Stütz- bauwerken | 112 |
| Bild 9.2 — Beispiele für ein Fundamentversagen bei Gewichtsstützwänden | 113 |
| Bild 9.3 — Beispiele für das Versagen von bodengestützten Wänden | 114 |
| Bild 9.4 — Beispiel für das Versagen einer bodengestützten Wand durch Vertikalbewegung | 114 |
| Bild 9.5 — Beispiele für inneres Versagen bei Stützbauwerken | 115 |

| | |
|---|------------|
| Bild 9.6 — Beispiele für das Versagen von Verankerungen..... | 116 |
| Bild 10.1 — Beispiele, bei denen die Sicherheit gegen Aufschwimmen nachzuweisen ist..... | 121 |
| Bild 10.2 — Beispiel einer Situation, in der ein hydraulischer Grundbruch kritisch sein könnte..... | 121 |
| Bild 10.3 — Beispiel für Verhältnisse, bei denen Piping eintreten kann..... | 123 |
| Bild C.1.1 — Beiwerte K_a für den horizontalen aktiven Erddruck bei ebenem Gelände ($\beta = 0$) | 148 |
| Bild C.1.2 — Beiwerte K_a für den horizontalen aktiven Erddruck bei geneigtem Gelände ($\delta/\varphi' = 0$ und $\delta = 0$) | 149 |
| Bild C.1.3 — Beiwerte K_a für den horizontalen aktiven Erddruck bei geneigtem Gelände ($\delta/\varphi' = 0,66$) | 150 |
| Bild C.1.4 — Beiwerte K_a für den horizontalen aktiven Erddruck bei geneigtem Gelände ($\delta/\varphi' = 1,0$).. | 151 |
| Bild C.2.1 — Beiwerte K_p für den horizontalen passiven Erddruck bei ebenem Gelände ($\beta = 0$) | 152 |
| Bild C.2.2 — Beiwerte K_p für den horizontalen passiven Erddruck bei geneigtem Gelände ($\delta/\varphi' = 0$ und $\delta = 0$) | 153 |
| Bild C.2.3 — Beiwerte K_p für den horizontalen passiven Erddruck bei geneigtem Gelände ($\delta/\varphi' = 0,66$)..... | 154 |
| Bild C.2.4 — Beiwerte K_p für den horizontalen passiven Erddruck bei geneigtem Gelände ($\delta/\varphi' = 1,0$)..... | 155 |
| Bild C.3 — Bezeichnungen hinsichtlich Wand- und Hinterfüllungsneigungen, Auflasten und Gleitlinien | 156 |
| Bild D.1 — Bezeichnungen | 165 |
| Bild G.1 — Bemessungssohlldrücke für quadratische Fundamente auf Fels (mit Setzungen´ unter 0,5 % der Fundamentbreite) | 171 |
| Bild H.1 — Definitionen von Fundamentbewegungen | 173 |