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 Probebelastungen 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 Pfahlprobebelastungen 79
7.5.1 Allgemeines 79
7.5.2 Statische Probebelastungen 80
7.5.3 Dynamische Probebelastungen 81
7.5.4 Probebelastungsbericht 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 Pfahlprobebelastungen 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

Seite

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 Standsicherheit 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 Bodenkenngrößen (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 Nachweisverfahren 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**
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**
D.1 Im Anhang D verwendete Symbole ... 162
D.2 Allgemeines ... 163
D.3 Unkonsolidierte Verhältnisse ... 163
D.4 Konsolidierte Verhältnisse ... 163

Seite

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 Bemessungssohldrücken 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 Pfahlprobebelastungen (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 Gesamtstandsicherheit **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_a/h für nichtbindige Böden **159**
Tabelle C.2 — Verhältniswerte v_p/h und v/h für 0,5σ_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 Stützbauwerken **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 (β = 0) ... **148**
Bild C.1.2 — Beiwerte K_a für den horizontalen aktiven Erddruck bei geneigtem Gelände (δ/φ' = 0 **und** δ = 0) ... **149**
Bild C.1.3 — Beiwerte K_a für den horizontalen aktiven Erddruck bei geneigtem Gelände (δ/φ' = 0,66) **150**
Bild C.1.4 — Beiwerte K_a für den horizontalen aktiven Erddruck bei geneigtem Gelände (δ/φ' = 1,0) .. **151**
Bild C.2.1 — Beiwerte K_p für den horizontalen passiven Erddruck bei ebenem Gelände (β **= 0**) ... **152**
Bild C.2.2 — Beiwerte K_p für den horizontalen passiven Erddruck bei geneigtem Gelände (δ/φ' = 0 **und** δ = 0) ... **153**
Bild C.2.3 — Beiwerte K_p für den horizontalen passiven Erddruck bei geneigtem Gelände (δ/φ' = 0,66) ... **154**
Bild C.2.4 — Beiwerte K_p für den horizontalen passiven Erddruck bei geneigtem Gelände (δ/φ' = 1,0) ... **155**
Bild C.3 — Bezeichnungen hinsichtlich Wand- und Hinterfüllungsneigungen, Auflasten und Gleitlinien ... **156**
Bild D.1 — Bezeichnungen ... **165**
Bild G.1 — Bemessungssohldrücke für quadratische Fundamente auf Fels (mit Setzungen´ unter 0,5 % der Fundamentbreite) ... **171**
Bild H.1 — Definitionen von Fundamentbewegungen ... **173**