DIN 1054:2005-01 (D)

Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau

Inhalt

Seite

Vorwort 8

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 11

3 Begriffe und Formelzeichen 13
3.1 Begriffe 13
3.1.1 Allgemeine Begriffe 13
3.1.2 Begriffe zum Sicherheitskonzept 14
3.1.3 Geotechnische Begriffe 16
3.2 Formelzeichen 17

4 Allgemeine Regelungen für Sicherheitsnachweise 24
4.1 Grundlegende Anforderungen 24
4.2 Geotechnische Kategorien (GK) 25
4.3 Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZ 1) 26
4.3.1 Grenzzustand GZ 1A: Grenzzustand des Verlustes der Lagesicherheit 26
4.3.2 Grenzzustand GZ 1B: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken und Bauteilen 26
4.3.3 Grenzzustand GZ 1C: Grenzzustand des Verlustes der Gesamtstandsicherheit 27
4.3.4 Duktilität des Gesamtsystems 27
4.3.5 Varianten der Nachweisführung 27
4.4 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZ 2) 27
4.5 Beobachtungsmethode 28
4.5.1 Anwendungsgebiete 28
4.5.2 Maßnahmen vor Beginn der Bauausführung 28
4.5.3 Maßnahmen während der Bauausführung 29
4.6 Einhaltung der Regelungen für Sicherheitsnachweise 29

5 Baugrund 30
5.1 Geotechnische Untersuchungen 30
5.1.1 Zweck der Untersuchungen 30
5.1.2 Art und Umfang der Untersuchungen 30
5.2 Arten des Baugrundes 31
5.2.1 Allgemeines 31
5.2.2 Nichtbindige Böden 31
5.2.3 Bindige Böden 31
5.2.4 Organische und organogene Böden 32
5.2.5 Geschüttete Böden 32
5.2.6 Ergänzende Angaben 32
5.3 Charakteristische Werte von Bodenkenngrößen 32
5.3.1 Festlegung charakteristischer Werte von Bodenkenngrößen 32
5.3.2 Anwendung charakteristischer Werte von Bodenkenngrößen 33

6 Einwirkungen, Beanspruchungen und Widerstände 34
6.1 Einwirkungen und Beanspruchungen 34
6.1.1 Allgemeines 34
6.1.2 Gründungslasten 34
6.1.3 Grundbauspezifische Einwirkungen 35
6.1.4 Dynamische Einwirkungen 36
6.1.5 Charakteristische Beanspruchungen 36
6.2 Widerstände von Boden und Fels 36
6.2.1 Scherfestigkeit 36
6.2.2 Steifigkeit 37
6.2.3 Sohlwiderstände 37

6.2.4 Erdwiderstand (passiver Erddruck) ... 37
6.2.5 Eindring-, Herauszieh- und Seitenwiderstand ... 38
6.3 Bemessungssituationen bei geotechnischen Bauwerken ... 38
6.3.1 Einwirkungskombinationen ... 38
6.3.2 Sicherheitsklassen bei Widerständen ... 38
6.3.3 Lastfälle ... 39
6.4 Teilsicherheitsbeiwerte ... 40
6.4.1 Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen ... 40
6.4.2 Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände ... 41

7 Flach- und Flächengründungen ... 42
7.1 Geltungsbereich und allgemeine Anforderungen ... 42
7.2 Zuordnung zu Geotechnischen Kategorien ... 43
7.3 Einwirkungen und Beanspruchungen in der Sohlfläche ... 43
7.3.1 Charakteristische Beanspruchungen ... 43
7.3.2 Bemessungswerte der Beanspruchungen ... 44
7.4 Bodenreaktionen und Bodenwiderstände ... 44
7.4.1 Bodenreaktionen an der Stirnseite des Fundamentkörpers ... 44
7.4.2 Grundbruchwiderstand ... 45
7.4.3 Gleitwiderstand ... 45
7.5 Nachweis der Tragfähigkeit ... 46
7.5.1 Nachweis der Sicherheit gegen Kippen ... 46
7.5.2 Nachweis der Grundbruchsicherheit ... 47
7.5.3 Nachweis der Gleitsicherheit ... 48
7.5.4 Nachweis der Sicherheit gegen Materialversagen ... 48
7.6 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ... 49
7.6.1 Zulässige Lage der Sohldruckresultierenden ... 49
7.6.2 Verschiebungen in der Sohlfläche ... 49
7.6.3 Setzungen ... 49
7.6.4 Verdrehungen ... 50
7.7 Aufnehmbarer Sohldruck in einfachen Fällen ... 50
7.7.1 Allgemeines ... 50
7.7.2 Nichtbindiger Boden ... 51
7.7.3 Bindiger Boden ... 52
7.7.4 Fels ... 53
7.7.5 Künstlich hergestellter Baugrund ... 54

8 Pfahlgründungen ... 54
8.1 Geltungsbereich und allgemeine Anforderungen ... 54
8.2 Zuordnung zu Geotechnischen Kategorien ... 56
8.3 Einwirkungen und Beanspruchungen ... 57
8.3.1 Allgemeines ... 57
8.3.2 Seitendruck ... 57
8.3.3 Negative Mantelreibung ... 58
8.3.4 Bemessungswerte der Beanspruchungen ... 58
8.4 Widerstände ... 59
8.4.1 Allgemeines ... 59
8.4.2 Axiale Pfahlwiderstände aus Ergebnissen von statischen Pfahlprobebelastungen ... 59
8.4.3 Axiale Pfahlwiderstände aus dynamischen Pfahlprobebelastungen ... 61
8.4.4 Axiale Pfahlwiderstände aus Erfahrungswerten ... 62
8.4.5 Pfahlwiderstände quer zur Pfahlachse ... 62
8.4.6 Pfahlwiderstände bei zyklischen und dynamischen Einwirkungen ... 63
8.4.7 Bemessungswerte der Pfahlwiderstände ... 63
8.5 Nachweis der Tragfähigkeit ... 64
8.5.1 Axial belastete Pfähle ... 64
8.5.2 Quer zur Pfahlachse belastete Pfähle ... 64
8.5.3 Druckpfahlgruppen ... 65
8.5.4 Zugpfahlgruppen ... 65
8.5.5 Kombinierte Pfahl-Plattengründungen ... 67
8.5.6 Materialversagen von Pfählen ... 68
8.6 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ... 68
8.6.1 Grundlagen ... 68
8.6.2 Pfahlgruppen ... 69

8.6.3 Kombinierte Pfahl-Plattengründungen 70

9 Verankerungen mit Verpressankern 70
9.1 Geltungsbereich und allgemeine Anforderungen 70
9.2 Zuordnung zu Geotechnischen Kategorien 70
9.3 Einwirkungen und Beanspruchungen 71
9.4 Widerstände 71
9.4.1 Herausziehwiderstand 71
9.4.2 Widerstand des Stahlzuggliedes 72
9.5 Nachweis der Tragfähigkeit 72
9.6 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit 73

10 Stützbauwerke und im Boden eingebettete Bauwerke 73
10.1 Geltungsbereich und allgemeine Anforderungen 73
10.2 Zuordnung zu Geotechnischen Kategorien 74
10.3 Einwirkungen 74
10.3.1 Erddruck 74
10.3.2 Wasserdruck 75
10.3.3 Sonstige Einwirkungen 76
10.4 Beanspruchungen 76
10.4.1 Allgemeines 76
10.4.2 Auf Biegung beanspruchte Bauwerke 77
10.4.3 Aussteifungen 78
10.4.4 Verpressanker und Zugpfähle 78
10.4.5 Bemessungswerte der Beanspruchungen 78
10.5 Widerstände 79
10.5.1 Sohlwiderstände 79
10.5.2 Fußwiderstände vor und unter wandartigen Stützbauwerken 79
10.5.3 Herausziehwiderstände 79
10.5.4 Bemessungswerte der Widerstände 79
10.6 Nachweis der Tragfähigkeit 79
10.6.1 Nachweise im Grenzzustand GZ 1B 79
10.6.2 Grundbruch und Gleiten 80
10.6.3 Versagen des Erdwiderlagers 80
10.6.4 Aufbruch des Verankerungsbodens vor Ankerplatten und Ankerwänden 81
10.6.5 Versagen der Lastübertragung durch Zugpfähle bzw. Ankerverpresskörper 81
10.6.6 Versinken von Bauteilen 81
10.6.7 Versagen in der tiefen Gleitfuge 82
10.6.8 Materialversagen von Bauteilen 82
10.6.9 Nachweise für die Grenzzustände GZ 1A und GZ 1C 82
10.7 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit 83
10.7.1 Nachweis auf der Grundlage von Erfahrungen 83
10.7.2 Gesonderte Nachweise 83

11 Aufschwimmen und hydraulischer Grundbruch 84
11.1 Geltungsbereich und allgemeine Anforderungen 84
11.2 Zuordnung zu Geotechnischen Kategorien 84
11.3 Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen von nicht verankerten Konstruktionen 85
11.3.1 Nachweis bei alleiniger Wirkung von Bauwerkseigengewicht 85
11.3.2 Nachweis bei Mitwirkung von Scherkräften 85
11.4 Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen von verankerten Konstruktionen 86
11.4.1 Nachweis der Sicherheit gegen aufwärts gerichteten hydrostatischen Wasserdruck 86
11.4.2 Bemessung der Sohle 87
11.5 Nachweis der Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch 87
11.6 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit 88

12 Gesamtstandsicherheit 88
12.1 Geltungsbereich und allgemeine Anforderungen 88
12.2 Zuordnung zu Geotechnischen Kategorien 89
12.3 Nachweis der Sicherheit gegen Böschungsbruch und Geländebruch 89
12.4 Nachweis der Tragfähigkeit von konstruktiven Böschungssicherungen 90
12.4.1 Allgemeines 90
12.4.2 Einwirkungen und Beanspruchungen 91
12.4.3 Herausziehwiderstände 92

12.4.4 Nachweis der Tragfähigkeit 92
12.5 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit 93

Anhang A (normativ) **Aufnehmbarer Sohldruck** 94

Anhang B (informativ) **Charakteristische axiale Pfahlwiderstände aus Erfahrungswerten für Bohrpfähle** 99
B.1 Ermittlung der Widerstands-Setzungs-(Hebungs-)Linie 99
B.2 Pfahlspitzenwiderstand und Pfahlmantelreibung 100
B.3 Festigkeitsuntersuchungen des Bodens aus Sondierungen 103

Anhang C (informativ) **Charakteristische axiale Pfahlwiderstände aus Erfahrungswerten für gerammte Verdrängungspfähle** 104
C.1 Ermittlung der charakteristischen Pfahlwiderstände für den Grenzzustand GZ 1B 104
C.2 Werte für Pfahlspitzenwiderstand und Pfahlmantelreibung im Grenzzustand GZ 1B von Fertigteilpfählen aus Stahl- oder Spannbeton in nichtbindigen Böden 104
C.3 Charakteristische Pfahlwiderstände für den Grenzzustand GZ 2 von Fertigteilpfählen aus Stahl- oder Spannbeton in nichtbindigen Böden 105
C.4 Charakteristische Pfahlwiderstände für Stahl- und Spannbetonfertigpfähle in bindigen Böden sowie für Holz- und Stahlpfähle 106

Anhang D (informativ) **Angaben zu charakteristischen Pfahlwiderständen aus Erfahrungswerten für verpresste Mikropfähle** 108
D.1 Charakteristische axiale Pfahlwiderstände für den Grenzzustand GZ 1B 108
D.2 Anhaltswerte für charakteristische Lastspannen für verpresste Mikropfähle unter axialer Schwell- und Wechselbelastung für den Grenzzustand GZ 2 108

Anhang E (informativ) **Verteilung von Einwirkungen und Widerständen für quer zur Pfahlachse belastete Pfahlgruppen** 110

Anhang F (normativ) **Übergangsregelungen für Normen nach dem alten Nachweiskonzept mit globalen Sicherheitsbeiwerten** 114

Anhang G (informativ) **Übergangsregelungen für Technische Baubestimmungen nach dem alten Nachweiskonzept mit globalen Sicherheitsbeiwerten** 116

Tabellen

Tabelle 1 — Formelzeichen 17

Tabelle 2 — Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen 40

Tabelle 3 — Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände 42

Tabelle 4 — Streuungsfaktor ξ zur Berücksichtigung von Anzahl und Streuung der Ergebnisse von Pfahlprobebelastungen 60

Tabelle A.1 — Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit mit den Voraussetzungen nach Tabelle A.7 94

Tabelle A.2 — Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für Streifenfundamente auf nichtbindigem Boden auf der Grundlage einer ausreichenden Grundbruchsicherheit und einer Begrenzung der Setzungen mit den Voraussetzungen nach Tabelle A.7 94

Tabelle A.3 — Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} 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 kN/m² 95

Tabelle A.4 — Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für Streifenfundamente auf gemischtkörnigem Boden (SŪ, ST, GŪ, G$\overline{\mathrm{T}}$ nach DIN 18196; z. B. Geschiebemergel) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m95

Tabelle A.5 — Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} 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 95

Tabelle A.6 — Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für Streifenfundamente auf Ton-Boden (TA nach DIN 18196) mit Breiten b bzw. b' von 0,50 m bis 2,00 m 96

Tabelle A.7 — Voraussetzungen für die Anwendung der Werte für den aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} nach den Tabellen A.1 und A.2 bei nichtbindigem Boden.....98

Tabelle A.8 — Voraussetzungen für die Erhöhung der Werte für den aufnehmbaren Sohldruck σ_{zul} nach 7.7.2.2 (3) bei nichtbindigem Boden.....98

Tabelle B.1 — Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ für nichtbindige Böden 101

Tabelle B.2 — Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ für bindige Böden.....101

Tabelle B.3 — Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ für nichtbindige Böden 102

Tabelle B.4 — Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ für bindige Böden.....102

Tabelle B.5 — Pfahlspitzenwiderstand $q_{b,k}$ und Pfahlmantelreibung $q_{s,k}$ in Fels 102

Tabelle C.1 — Pfahlspitzenwiderstand $q_{b1,k}$ für gerammte Fertigpfähle aus Stahl- oder Spannbeton in nichtbindigen Böden.....105

Tabelle C.2 — Pfahlmantelreibung $q_{s1,k}$ für gerammte Fertigpfähle aus Stahl- oder Spannbeton in nichtbindigen Böden.....105

Tabelle C.3 — Charakteristische Pfahlwiderstände $R_{2,k}$ von gerammten Verdrängungspfählen aus Holz in nichtbindigen und bindigen Böden.....106

Tabelle C.4 — Charakteristische Pfahlwiderstände $R_{2,k}$ von gerammten Verdrängungspfählen mit quadratischem Querschnitt aus Stahlbeton und Spannbeton in bindigen Böden 107

Tabelle C.5 — Charakteristische Pfahlwiderstände $R_{2,k}$ von gerammten Verdrängungspfählen aus Stahl in nichtbindigen und bindigen Böden.....107

Tabelle D.1 — Charakteristische Werte für die Pfahlmantelreibung $q_{s\ 1,k}$ bei verpressten Mikropfählen im Ausnahmefall, dass keine Pfahlprobebelastungen ausgeführt werden. 108

Tabelle D.2 — Anhaltswerte für charakteristische Lastspannen 109

Tabelle F.1 — Verknüpfungen der normativen Verweisungen mit Normen nach dem alten Nachweiskonzept 114

Tabelle F.2 — Verknüpfungen der normativen Verweisungen mit Empfehlungen nach dem alten Nachweiskonzept 115

Tabelle G.1 — Verknüpfungen der normativen Verweisungen mit Technischen Baubestimmungen nach dem alten Nachweiskonzept.....116

Tabelle G.2 — Begriffe und Formelzeichen, Bezüge zwischen DIN 4125:1990-11 und DIN 1054 118

Bilder

Bild 1 — Grundriss eines rechteckigen Fundamentes; Bezeichnungen bei zweiachsiger Ausmittigkeit 47

Bild 2 — Geometrie des an einem Einzelpfahl angehängten Bodens 67

Bild 3 — Ermittlung des charakteristischen Pfahlwiderstandes $R_{2,k}$ von Einzelpfählen oder von Pfahlgruppen untereinander, abhängig von den entsprechenden Setzungen $s_{2,k}$ bzw. $\Delta s_{2,k}$ 69

Bild A.1 — Aufnehmbarer Sohldruck σ_{zul} für quadratische Einzelfundamente auf Fels (informative Beispiele) 97

Bild B.1 — Elemente der charakteristischen Widerstands-Setzungs-Linie 99

Bild E.1 — Abminderungsfaktor α_L für das Verhältnis Pfahlachsenabstand a_L in Kraftrichtung zum Pfahlschaftdurchmesser D_s 111

Bild E.2 — Abminderungsfaktoren α_{QA} und α_{QZ} für das Verhältnis Pfahlachsenabstand a_Q quer zur Kraftrichtung zu Pfahlschaftdurchmesser D_s; für $a_Q/D_s < 2$ gelten die Bedingungen einer durchgehenden Wand (siehe z. B. E DIN 4085) 112

Bild E.3 — Abminderungsfaktoren α_i in Abhängigkeit von der Lage des Pfahls innerhalb der Gruppe 112