

Schulze/Simmer

Grundbau

Teil 2

Baugruben und Gründungen

Von Dr.-Ing. Konrad Simmer

Professor an der Fachhochschule Rheinland-Pfalz,
Abteilung Koblenz

15., neubearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 445 Bildern, 52 Tafeln und 41 Berechnungsbeispielen



B. G. Teubner Stuttgart 1978

INHALT

1 Baugruben

1.1 Grundlagen	1
1.2 Methoden der Baugrubensicherung	8
1.2.1 Baugruben und Gräben mit geböschten Wänden	8
1.2.2 Grabenverbau	9
1.2.2.1 Waagerechter Grabenverbau	11
1.2.2.2 Senkrechter Grabenverbau	17
1.2.2.3 Verfahren zum Verbau maschinell ausgehobener Gräben ..	24
1.2.3 Trägerbohlwände.....	27
1.2.3.1 Ausbildung der Trägerbohlwände	27
1.2.3.2 Sonderbauweisen	31
1.2.3.3 Berechnung von Trägerbohlwänden	34
1.2.4 Spundwände.....	38
1.2.4.1 Holzspundwände	39
1.2.4.2 Stahlbeton-Spundwände	41
1.2.4.3 Stahlspundwände	42
1.2.4.4 Absteifen der Spundwand-Baugruben	46
1.2.4.5 Berechnungsansätze für Spundwände	48
1.2.4.6 Berechnung der Spundwände	52
1.2.4.6.1 Die unverankerte Spundwand	52
1.2.4.6.2 Die verankerte Spundwand	58
1.2.4.7 Graphische Ermittlung der Schnittkräfte	65
1.2.4.7.1 Statisch bestimmt gelagerte Spundwände	65
1.2.4.7.2 Statisch unbestimmt gelagerte Spundwände	68
1.2.5 Massive Verbauarten (Ortbetonwände) und thixotrope Flüssigkeiten im Grundbau	71
1.2.5.1 Bohrpfahlwände	71
1.2.5.2 Schlitzwände.....	74
1.2.5.3 Berechnung und Stützung der Ortbetonwände.....	78
1.2.5.4 Thixotrope Flüssigkeiten im Grundbau	78
1.2.5.4.1 Zusammensetzung und Eigenschaften thixotroper Flüssigkeiten	79
1.2.5.4.2 Anwendung thixotroper Flüssigkeiten im Grundbau	81
1.2.5.4.3 Standsicherheit flüssigkeitsgestützter Erdwände ..	82
1.3 Baugrubenumschließung im Grundwasserbereich	84
1.3.1 Umschließung der Baugrube durch wasserdichte Wände	84

1.3.2	Baugrubenumschließung bei tiefliegender undurchlässiger Schicht ..	86
1.3.3	Gefrierverfahren	88
1.3.3.1	Grundlagen	88
1.3.3.2	Übliche Verfahren	89
1.3.3.3	Einzelteile der Anlagen	90
1.3.3.4	Anwendungsbeispiele	92
1.3.3.5	Berechnungshinweise	95
1.4	Baugruben in offenem Wasser	98
1.4.1	Baugrubenumschließung durch Spundwände	98
1.4.2	Fangedämme	99
1.5	Wasserhaltung	105
1.5.1	Grundlagen der Wasserbewegung im Boden und Berechnungsformeln	110
1.5.2	Offene Wasserhaltung und Horizontalabsenkung	116
1.5.3	Grundwasserabsenkung mittels Brunnen	118
1.5.3.1	Absenkung mittels Bohrbrunnen	118
1.5.3.2	Absenkung mittels Punktbrunnen (Wellpoints)	125
1.5.4	Absenkung mittels des Vakuumverfahrens	127
1.5.5	Absenkung mittels Elektro-Osmose-Verfahrens	131
1.6	Arbeiten in und unter Wasser	132
1.6.1	Arbeitsebenen in offenem Wasser	132
1.6.2	Unterwasserarbeitskasten	134
1.6.3	Taucherglocke	134
1.6.4	Taucher	135
1.7	Nicht offene Baugruben	136
1.7.1	Grundlagen	136
1.7.2	Stollen- und Tunnelvortrieb in standfestem Gebirge	139
1.7.3	Stollen- und Tunnelvortrieb in vorübergehend standfestem Gebirge	143
1.7.4	Stollen- und Tunnelvortrieb in Lockergestein	145
1.7.5	Einbau von Versorgungsleitungen	152
1.8	Rammen und Ziehen	154
1.8.1	Rammen	154
1.8.1.1	Halterung und Führung der Rammbäre	154
1.8.1.2	Wirkungsweise der Rammen	160
1.8.1.3	Gesichtspunkte für die Wahl der Rammgeräte	167
1.8.1.4	Führung der Spundwände und Pfähle	168
1.8.2	Felsbrecher	168
1.8.3	Ziehen	169
1.8.4	Lärm und Erschütterungen beim Rammen	170
1.9	Bohren und Verrohren	174
1.9.1	Bohren	174
1.9.2	Verrohren	179

2 Flächengründungen

2.1	Begriffe und Grundlagen	182
2.2	Flachgründung	185
2.2.1	Einzelfundamente	186
2.2.2	Streifenfundamente	195
2.2.3	Gründungsstreifen und Gründungsplatten	198
2.2.4	Grundgewölbe	214
2.2.5	Flachgründung von Türmen und Masten	214
2.2.6	Gründung auf Schüttungen	215
2.2.7	Flachgründungen im Grundwasser und in offenem Wasser	217
2.2.7.1	Gründung unter Wasserhaltung	217
2.2.7.2	Gründung mit Unterwasserbeton	220
2.3	Tiefgründung mittels Flächengründung	223
2.3.1	Pfeilergründung	223
2.3.2	Brunnen- und Senkkastengründung (offene Senkkästen)	228
2.3.2.1	Größe und Form der offenen Senkkästen (Senkbrunnen) ...	229
2.3.2.2	Bauarten der offenen Senkkästen (Senkbrunnen)	229
2.3.2.3	Absenken der offenen Senkkästen (Senkbrunnen)	231
2.3.2.4	Ausfüllen und Verbinden der offenen Senkkästen	231
2.3.2.5	Berechnungshinweise	233
2.3.3	Gründung unter Druckluft	234
2.3.3.1	Einrichtungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten in Druckluft	235
2.3.3.2	Gründungsmethoden	237
2.3.3.2.1	Gründung im Schutze einer Taucherglocke	237
2.3.3.2.2	Druckluftsenkkästen (Caissons)	237
2.3.4	Gründung auf Schwimmkästen	242

3 Pfahlgründungen

3.1	Grundbegriffe	244
3.2	Pfahlarten	246
3.2.1	Rammpfähle	246
3.2.1.1	Fertigpfähle	246
3.2.1.2	Ortbetonrammpfähle	252
3.2.2	Eingepreßte und eingedrehte Pfähle	257
3.2.3	Bohrpfähle	258
3.2.3.1	Begriffe und Einteilung	258
3.2.3.2	Bohrpfähle nach DIN 4014 Teil 1	259
3.2.3.2.1	Geschüttete Bohrpfähle	260
3.2.3.2.2	Preßbetonpfähle	260
3.2.3.2.3	Bohrpfähle mit Fuß nach DIN 4014 T. 1, 2, 3 ...	263
3.2.3.2.4	Hülsenpfähle nach DIN 4014 T. 1, 2, 4	263
3.2.3.2.5	Spezialbohrpfähle nach DIN 4014 T. 1, 2, 5 ...	263
3.2.3.3	Großbohrpfähle nach DIN 4014 T. 2	268
3.2.3.4	Wurzel- und Injektionspfähle	269

3.3	Ausbildung der Pfahlgründungen	269
3.3.1	Pfahlroste, Begriffe und Anordnungen	269
3.3.2	Ausführungsbeispiele für Pfahlgründungen	273
3.4	Zulässige Belastung von Pfählen und Pfahlgründungen	284
3.4.1	Zulässige Belastung der Pfähle nach DIN 4026 und DIN 4014 T. 1 u. 2	287
3.4.1.1	Zulässige Belastung der Rammpfähle nach DIN 4026	287
3.4.1.2	Zulässige Belastung von Bohrpfählen nach DIN 4014 T. 1	290
3.4.1.3	Zulässige Belastung von Großbohrpfählen nach Vornorm DIN 4014 T. 2	291
3.4.2	Bestimmung der zul. Belastung an Hand von Probelastungen	297
3.4.3	Erdstatische Berechnungsverfahren und Rammformeln	300
3.5	Berechnung von Pfahlgründungen	304
3.5.1	Berechnung von Pfahlrosten mit Schrägpfählen	309
3.5.1.1	Statisch bestimmte Pfahlsysteme	310
3.5.1.2	Statisch unbestimmte Pfahlsysteme	315
3.5.2	Horizontal belastete lotrechte Großbohrpfähle	328
4	Verankerungen	
4.1	Geschichtliche Entwicklung und Begriffe	353
4.2	Ausbildung der Erd- und Felsanker	353
4.2.1	Verpreßanker	353
4.2.2	Verankerung an Ankerelementen	357
4.3	Ausführungsbeispiele	357
4.4	Zulässige Belastung von Ankern	362
4.5	Berechnung von Verankerungen	365
5	Stützbauwerke und Widerlager	
5.1	Stützmauern	373
5.1.1	Begriffe und Ausbildungsformen	373
5.1.2	Entwurf und Bemessung von Stützmauern	376
5.1.3	Einzelbildungen der Stützmauern	393
5.2	Aufgelöste Konstruktionen als Stützbauwerke	396
5.2.1	Verfüllte Kasten- und Rauggitterkonstruktionen	396
5.2.2	Bauweise bewehrte Erde (La terre armée)	397
5.3	Widerlager	402
6	Schutz und Abdichtung der Grundbauten	
6.1	Grundlagen und Begriffe	404
6.2	Übersicht über die Schutz- und Abdichtungsverfahren	406

VIII Inhalt

6.2.1	Verwendung von Sonderzementen oder Zusätzen zu Portlandzement	406
6.2.2	Mischung und Verarbeitung des Betons	407
6.2.3	Zusatz von Dichtungsmitteln und wasserabweisenden Stoffen zum Beton	407
6.2.4	Schutzschichtbildung	408
6.2.5	Ummanteln des Bauwerks	408
6.3	Abdichtung von Bauwerken	409
6.3.1	Baustoffe für die Abdichtung, ihr Einbau und Schutz	409
6.3.2	Methoden der Abdichtung	414
6.3.2.1	Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit gem. DIN 4117	415
6.3.2.2	Abdichtung von Bauwerken gegen nichtdrückendes Oberflächen- und Sickerwasser gem. DIN 4122	418
6.3.2.3	Wasserdruckhaltende Abdichtungen	420
6.3.2.4	Abdichtung von Fugen und Durchdringungen	425
6.3.2.5	Schutz der Dichtung gegen Wärme	427
6.3.3	Beseitigung von Undichtigkeiten	428
7	Sicherung von gefährdeten Bauten	
7.1	Sicherung der durch Baugruben gefährdeten Bauten	429
7.1.1	Sicherungen bei Gründungen in gleicher Gründungstiefe	429
7.1.2	Unterfangungen	430
7.1.2.1	Unterfangungen mit Mauerwerk und Beton nach DIN 4123	430
7.1.2.2	Unterfangung durch verfestigte Erdkörper	432
7.2	Sicherung der durch Setzungen gefährdeten Bauten	433
7.2.1	Nachgründung durch Fundamentverbreiterung	433
7.2.2	Unterfangung durch Tiefgründung	434
7.2.3	Sicherung durch Verbesserung des Baugrundes	437
7.3	Sicherung der durch Verschiebung gefährdeten Bauten	438
7.4	Sicherung der durch untertägigen Bergbau gefährdeten Bauten	441
7.4.1	Entstehung der Senkungen und die dadurch hervorgerufenen Kräfte	441
7.4.2	Planung, Anordnung und Sicherheitsmaßnahmen	443
7.4.3	Ausbildung der Bauwerke	444
7.5	Sicherung der durch Erdbeben gefährdeten Bauten	447
7.6	Sicherung der durch Unterspülung gefährdeten Bauten	448
7.7	Sicherung von Bauwerken gegen Erschütterungen	450
7.7.1	Begriffe und Grundlagen	450
7.7.2	Maßnahmen zur Verringerung der Schwingungseinwirkung auf Bauwerke	452
7.7.3	Abdämmen von Erschütterungen infolge Maschinenbetriebes	452

Anhang

Verzeichnis der Berechnungsbeispiele	459
Größen, Formelzeichen und Einheiten	461
Schrifttum	463
DIN-Normen	466
Sachweiser	472

Baustoff-Kurzzeichen. Nach den ergänzenden Bestimmungen zu DIN-Normen im Bauwesen und im Wasserwesen, die noch nicht auf die gesetzlichen Einheiten umgestellt sind (Fassung Dezember 1977), sind die auf Festigkeitsangaben beruhenden Baustoff-Kurzzeichen für Festigkeiten in N/mm^2 anzugeben. Ferner werden die früher allgemein als Festigkeit definierten Mittelwerte der Festigkeit durch die Nennfestigkeit (kleinster Einzelwert bei einer $p\%$ Fraktile, mit $p \approx 5\%$) ersetzt. Die zulässigen Spannungen sind hiervon nicht betroffen.

Im Rahmen der Übergangsregelung sind die neuen Baustoff-Kurzzeichen nur in Verbindung mit den in Klammern gesetzten bisherigen Baustoff-Kurzzeichen zu verwenden. Für Teil 2 (15. Aufl.) wird folgende Regelung getroffen:

Baustoff-Kurzzeichen für Beton und Zement. Ihre Umstellung auf die Nennfestigkeit erfolgte bereits 1972 u. 1970, ihre Umstellung auf die Festigkeitsangabe in N/mm^2 wird in der o.a. ergänzenden Bestimmung geregelt. Im vorliegenden Teil 2 werden daher die neuen Baustoff-Kurzzeichen verwendet und die bisherigen Baustoff-Kurzzeichen in Klammern angefügt, z.B. B 5 (Bn 50), B 25 (Bn 250).

Baustoff-Kurzzeichen und Festigkeitsangaben für Mauersteine. Ihre Umstellung auf die Nennfestigkeit und auf die gesetzlichen Einheiten wird in der o.a. ergänzenden Bestimmung geregelt. Im vorliegenden Teil 2 werden daher die Nennfestigkeitsklassen verwendet und die bisherigen Steinfestigkeitsklassen in Klammern angefügt, z.B. Nennfestigkeitsklasse 12 MN/m^2 (Steinfestigkeitsklasse 15 MN/m^2).

Baustoff-Kurzzeichen für Bau- und Spundwandstähle. Die Umstellung der Baustähle wird in DIN 17100 geregelt. Diese liegt z.Z. nur im Entwurf vor. Im vorliegenden Teil 2 werden daher für die Bau- und Spundwandstähle die bisherigen Kurzzeichen verwendet, z.B. St 37-2, St 52-3, St Sp S.

Literaturhinweise im Text sind durch eine Ziffer in [] gekennzeichnet. Die näheren Angaben dazu enthält der Abschnitt „Schrifttum“ S. 463.