

K. Simmer

# Grundbau

## Teil 2 Baugruben und Gründungen

Bearbeitet von

Prof. Dr.-Ing. Johannes Gerlach,  
Fachhochschule Koblenz  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Matthias Pulsfort,  
Bergische Universität-Gesamthochschule Wuppertal  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Walz,  
Bergische Universität-Gesamthochschule Wuppertal

18., vollständig überarbeitete Auflage  
Mit 493 Bildern, 66 Tafeln und 38 Berechnungs-  
beispielen



B. G. Teubner Stuttgart · Leipzig 1999

# Inhalt

<b>0</b>	<b>Grundlagen der Darstellung</b>	<b>9</b>
0.1	Standsicherheitsnachweise	10
0.2	Festlegung der Teilsicherheitsbeiwerte auf prohibitistischer Grundlage	12
0.3	Bemessungskonzepte	14
0.4	Baustoffkurzzeichen mit Festigkeitsangaben	16
0.5	Literaturhinweise	16
0.6	Normen	17
0.7	Maßeinheiten	17
<b>1</b>	<b>Baugruben</b>	
1.1	Grundlagen	18
1.2	Methoden der Baugrubensicherung	26
1.2.1	Baugruben und Gräben mit geböschten Wänden	26
1.2.2	Grabenverbau	28
1.2.2.1	Waagerechter Grabenverbau	29
1.2.2.2	Senkrechter Grabenverbau	35
1.2.2.3	Verfahren zum Verbau maschinell ausgehobener Gräben	42
1.2.3	Trägerbohlwände	47
1.2.3.1	Ausbildung der Trägerbohlwände	47
1.2.3.2	Sonderbauweisen	52
1.2.3.3	Berechnung von Trägerbohlwänden	53
1.2.4	Spundwände	62
1.2.4.1	Holzspundwände	62
1.2.4.2	Stahlbeton-Spundwände	64
1.2.4.3	Stahlspundwände	66
1.2.4.4	Absteifen der Spundwand-Baugruben	70
1.2.4.5	Berechnungsansätze für Spundwände	72
1.2.4.6	Berechnung der Spundwände	76
1.2.4.7	Ermittlung der Schnittgrößen mit Berechnungsprogrammen	89
1.2.5	Massive Verbauarten (Ortbetonwände) und thixotrope Flüssigkeiten im Grundbau	89
1.2.5.1	Bohrpfahlwände	91
1.2.5.2	Schlitzwände	93
1.2.5.3	Berechnung der Ortbetonwände als Stützwände	96
1.2.5.4	Thixotrope Flüssigkeiten im Grundbau	96
1.3	Baugrubenumschließung im Grundwasserbereich	105
1.3.1	Umschließung der Baugrube durch wasserdichte Wände	106
1.3.2	Baugrubenumschließung bei tiefliegender undurchlässiger Schicht	108
1.3.3	Gefrierverfahren	110
1.3.3.1	Grundlagen	110
1.3.3.2	Übliche Verfahren	111
1.3.3.3	Einzelteile der Anlagen	112
1.3.3.4	Anwendungsbeispiele	113
1.3.3.5	Berechnungshinweise	116
1.3.4	Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb	118

1.4	Baugruben in offenem Wasser . . . . .	120
1.4.1	Baugrubenumschließung durch Spundwände . . . . .	121
1.4.2	Fangedämme . . . . .	121
1.5	Wasserhaltung . . . . .	126
1.5.1	Grundlagen der Wasserbewegung im Boden und Berechnungsformeln . . . . .	129
1.5.2	Offene Wasserhaltung und Horizontalabsenkung . . . . .	135
1.5.3	Grundwasserabsenkung mittels Brunnen . . . . .	137
1.5.3.1	Absenkung mittels Bohrbrunnen . . . . .	137
1.5.3.2	Absenkung mittels Punktbrunnen (Wellpoints) . . . . .	142
1.5.4	Absenkung mittels Vakuumverfahren . . . . .	144
1.5.5	Elektroosmose-Verfahren . . . . .	147
1.6	Arbeiten in und unter Wasser . . . . .	147
1.6.1	Arbeitsebenen in offenem Wasser . . . . .	147
1.6.2	Unterwasser-Arbeitskasten . . . . .	149
1.6.3	Taucherglocke . . . . .	150
1.6.4	Taucher . . . . .	151
1.7	Nichtoffene Baugruben . . . . .	152
1.7.1	Grundlagen . . . . .	152
1.7.2	Stollen- und Tunnelvortrieb in standfestem Gebirge . . . . .	155
1.7.3	Stollen- und Tunnelvortrieb in vorübergehend standfestem Gebirge . . . . .	156
1.7.4	Stollen- und Tunnelvortrieb in Lockergestein . . . . .	159
1.7.5	Einbau nichtbegehbarer Querschnitte . . . . .	165
1.8	Rammen und Ziehen . . . . .	167
1.8.1	Rammen . . . . .	167
1.8.1.1	Halterung und Führung der Rammhäre . . . . .	168
1.8.1.2	Wirkungsweise der Ramm- und Einpreßgeräte . . . . .	173
1.8.1.3	Gesichtspunkte für die Wahl der Rammgeräte . . . . .	181
1.8.1.4	Rammverfahren und Führungsmöglichkeiten für Spundwände und Pfähle . . . . .	182
1.8.2	Felsbrecher . . . . .	183
1.8.3	Ziehen . . . . .	183
1.8.4	Lärm und Lärmschutzmaßnahmen beim Rammen . . . . .	184
1.9	Bohren und Verrohren . . . . .	185
1.9.1	Bohren . . . . .	185
1.9.2	Verrohren . . . . .	189
<b>2</b>	<b>Flächengründungen</b>	
2.1	Begriffe und Grundlagen . . . . .	191
2.2	Flachgründung . . . . .	193
2.2.1	Einzelfundamente . . . . .	194
2.2.2	Streifenfundamente . . . . .	203
2.2.3	Gründungsstreifen und Gründungsplatten . . . . .	206
2.2.4	Grundgewölbe und Schalenfundamente . . . . .	233
2.2.5	Flachgründung von Türmen und Masten . . . . .	234
2.2.6	Gründung auf Schüttungen . . . . .	235
2.2.7	Flachgründungen im Grundwasser und im offenen Wasser . . . . .	236
2.2.7.1	Gründung unter Wasserhaltung . . . . .	236
2.2.7.2	Gründung mit Unterwasserbeton . . . . .	239

2.3	Tiefgründung mittels Flächengründung . . . . .	241
2.3.1	Pfeilergründung . . . . .	241
2.3.2	Brunnen- und Senkkastengründung (offene Senkkästen) . . . . .	245
2.3.2.1	Größe und Form der offenen Senkkästen (Senkbrunnen) . . . . .	246
2.3.2.2	Bauarten der offenen Senkkästen (Senkbrunnen) . . . . .	247
2.3.2.3	Absenken der offenen Senkkästen (Senkbrunnen) . . . . .	248
2.3.2.4	Ausfüllen und Verbinden der offenen Senkkästen (Senkbrunnen) . . . . .	248
2.3.2.5	Berechnungshinweise . . . . .	249
2.3.3	Gründung unter Druckluft . . . . .	250
2.3.3.1	Einrichtungen und Schutzmaßnahmen bei Arbeiten in Druckluft . . . . .	251
2.3.3.2	Gründungsmethoden . . . . .	253
2.3.4	Gründung auf Schwimmkästen . . . . .	257
<b>3</b>	<b>Pfahlgründungen</b>	
3.1	Grundbegriffe . . . . .	259
3.2	Pfahlarten . . . . .	261
3.2.1	Rammpfähle . . . . .	261
3.2.1.1	Fertigpfähle . . . . .	261
3.2.1.2	Ortbetonrammpfähle . . . . .	266
3.2.2	Eingepreßte und eingedrehte Pfähle . . . . .	271
3.2.3	Bohrpfähle . . . . .	272
3.2.3.1	Begriffe und Einteilung . . . . .	272
3.2.3.2	Bohrpfähle nach DIN 4014 . . . . .	273
3.2.3.3	Bohrpfähle auf verbessertem Baugrund . . . . .	280
3.2.4	Verpreßpfähle mit kleinem Durchmesser nach DIN 4128 . . . . .	281
3.3	Ausbildung der Pfahlgründungen . . . . .	281
3.3.1	Pfahlroste, Begriffe und Anordnungen . . . . .	281
3.3.2	Ausführungsbeispiele für Pfahlgründungen . . . . .	283
3.4	Zulässige Belastung von Pfählen und Pfahlgründungen . . . . .	294
3.4.1	Zulässige Belastung der Pfähle nach DIN 4026, DIN 4014 und DIN 4128 . . . . .	295
3.4.1.1	Vorbemerkung . . . . .	295
3.4.1.2	Zulässige Belastung der Rammpfähle nach DIN 4026 . . . . .	295
3.4.1.3	Zulässige Belastung von Bohrpfählen nach DIN 4014 . . . . .	296
3.4.1.4	Zulässige Belastung für Verpreßpfähle nach DIN 4128 . . . . .	303
3.4.2	Bestimmung der zul. Belastung durch Probelastung . . . . .	304
3.4.3	Rammformeln und erdstatische Berechnungsverfahren . . . . .	306
3.4.4	Dynamische Tragfähigkeitsermittlung . . . . .	310
3.5	Berechnung von Pfahlgründungen . . . . .	311
3.5.1	Berechnung von Pfahlrosten mit Schrägpfählen . . . . .	316
3.5.1.1	Statisch bestimmte Pfahlssysteme . . . . .	317
3.5.1.2	Statisch unbestimmte Pfahlssysteme . . . . .	321
3.5.2	Horizontal belastete lotrechte Großbohrpfähle . . . . .	327
3.6	Prüfung der Pfähle und der Rammergeeignung . . . . .	351
3.7	Gründung auf Wänden . . . . .	352
3.8	Pfahl-Platten-Gründung (Kombinationsgründungen Pfähle-Platte) . . . . .	354

## 4 Verankerungen

4.1	Geschichtliche Entwicklung und Begriffe . . . . .	356
4.2	Ausbildung der Erd- und Felsanker . . . . .	356
4.2.1	Verpreßanker nach DIN 4125 . . . . .	356
4.2.2	Verankerung an Anker-elementen . . . . .	359
4.2.3	Gebirgsanker nach DIN 21 521 . . . . .	360
4.3	Ausführungsbeispiele . . . . .	362
4.4	Zulässige Belastung von Ankern . . . . .	364
4.5	Berechnung von Verankerungen . . . . .	369

## 5 Stützbauwerke und Widerlager

5.1	Stützmauern . . . . .	377
5.1.1	Begriffe und Ausbildungsformen . . . . .	377
5.1.2	Entwurf und Bemessung von Stützmauern . . . . .	379
5.1.3	Einzel-ausbildungen der Stützmauern . . . . .	395
5.2	Aufgelöste Konstruktionen als Stützbauwerke . . . . .	397
5.2.1	Verfüllte Kasten- und Raugitterkonstruktionen . . . . .	397
5.2.2	Bauweisen bewehrte Erde und Bodenvernagelung . . . . .	398
5.2.2.1	Bauweise bewehrte Erde (La terre armée) . . . . .	399
5.2.2.2	Bauweise Bodenvernagelung (Injektionsverdübelung) . . . . .	403
5.2.3	Stützwandkonstruktionen mit Strebepfeilern . . . . .	406
5.3	Widerlager . . . . .	406

## 6 Schutz und Abdichtung der Grundbauten

6.1	Grundlagen und Begriffe . . . . .	408
6.2	Übersicht über die Schutz- und Abdichtungsverfahren . . . . .	410
6.2.1	Verwendung von Sonderzementen oder Zusätzen zu Portlandzement . . . . .	410
6.2.2	Mischung und Verarbeitung des Betons . . . . .	410
6.2.3	Zusatz von Dichtungsmitteln und wasserabweisenden Stoffen zum Beton . . . . .	411
6.2.4	Schutzschichtbildung . . . . .	411
6.2.5	Ummanteln des Bauwerks . . . . .	411
6.3	Abdichtung von Bauwerken . . . . .	412
6.3.1	Stoffe und Hilfsstoffe für Bauwerkabdichtungen, ihr Einbau und Schutz . . . . .	412
6.3.2	Methoden der Abdichtung . . . . .	419
6.3.2.1	Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit nach DIN 18195-4 . . . . .	421
6.3.2.2	Abdichtungen gegen nicht drückendes Wasser nach DIN 18195-5 . . . . .	423
6.3.2.3	Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser nach DIN 18195-6 . . . . .	427
6.3.2.4	Fugen, Durchdringungen, Übergänge und Abschlüsse . . . . .	431
6.3.2.5	Schutz der Dichtung gegen Wärme . . . . .	435
6.3.3	Beseitigung von Undichtigkeiten . . . . .	436

## 7 Sicherung von gefährdeten Bauten

7.1	Sicherung der durch Baugruben gefährdeten Bauten . . . . .	437
7.1.1	Sicherungen bei Gründungen in gleicher Gründungstiefe . . . . .	437
7.1.2	Unterfangungen . . . . .	438

7.1.2.1	Unterfangungen mit Mauerwerk und Beton nach DIN 4123	438
7.1.2.2	Unterfangung durch verfestigte Erdkörper	440
7.2	Sicherung der durch Setzungen gefährdeten Bauten	441
7.2.1	Nachgründung durch Fundamentverbreiterung	441
7.2.2	Unterfangung durch Tiefgründung	442
7.2.3	Sicherung durch Verbesserung des Baugrundes	445
7.3	Sicherung der durch Verschiebung gefährdeten Bauten	445
7.4	Sicherung der durch untätigen Bergbau gefährdeten Bauten	448
7.4.1	Entstehung der Senkungen und die dadurch hervorgerufenen Kräfte	448
7.4.2	Planung, Anordnung und Sicherheitsmaßnahmen	449
7.4.3	Ausbildung der Bauwerke	450
7.5	Sicherung der durch Tunnelbau gefährdeten Bauten	453
7.6	Sicherung der durch Unterspülung gefährdeter Bauten	455
7.7	Sicherung von Bauwerken gegen Erschütterungen	457
7.7.1	Begriffe und Grundlagen	457
7.7.2	Einwirkungen der Erschütterungen auf bauliche Anlagen	459
7.7.3	Maßnahmen zur Verringerung der Schwingungseinwirkung auf Bauwerke	462
7.7.4	Abdämmen von Erschütterungen infolge Maschinenbetriebes	466
7.8	Sicherung der durch Erdbeben gefährdeten Bauten	467
7.8.1	Grundlagen	467
7.8.2	Sicherung üblicher Hochbauten nach DIN 4149-1	468
7.8.3	Sicherung der Bauwerke gegen stärkere Erdbeben	471
7.8.4	Wirkung der Erdbeben auf Baugrund, Stützbauwerke und Erdbauwerke	472
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	
8.1	Verzeichnis der Berechnungsbeispiele	474
8.2	Größen, Formelzeichen und Einheiten	475
8.3	Literatur	478
8.3.1	Bücher und Periodika	478
8.3.2	Veröffentlichungen in Zeitschriften und Tagungsbänden	480
8.4	Normen zum Grundbau (Auswahl)	494
	<b>Sachverzeichnis</b>	521

Hinweise auf DIN-Normen in diesem Werk entsprechen dem Stand der Normung bei Abschluß des Manuskripts. Maßgebend sind die jeweils neuesten Ausgaben der Normblätter des DIN Deutsches Institut für Normung e.V. im Format A4, die durch den Beuth-Verlag GmbH, Berlin Wien Zürich, zu beziehen sind. – Sinngemäß gilt das Gleiche für alle in diesem Buch angezogenen amtlichen Richtlinien, Bestimmungen, Verordnungen usw.