

Fachbibliothek Grün



Richard Lehr

Taschenbuch für den Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau

5., neubearbeitete Auflage

Herausgegeben von

Harm-Eckart Beier, Alfred Niesel, Heiner Pätzold

Unter Mitarbeit von

Harald Dümmler, Harald Fried, Hans Jürgen Krems,
Franz Müller, Hartmut Peucker, Karl-Bernhard Prasuhn

Mit 900 Abbildungen, davon 500 mit Zeichnungen,
und 40 Gleichungen

Parey Buchverlag Berlin 1997

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Die Kapitel und ihre Bearbeiter	VII
1 Zeichen, Maßeinheiten, Darstellungen	1
1.1 Zeichen	1
1.1.1 Mathematische Zeichen	1
1.1.2 Griechisches Alphabet	1
1.1.3 Römische Zahlen	1
1.2 Maßeinheiten	2
1.2.1 Längenmaße	2
1.2.2 Flächenmaße	2
1.2.3 Raummaße	2
1.2.4 Gewichte	3
1.2.5 Winkelmaße	3
1.3 Darstellungen	3
2 Geometrie, Flächen-, Körper- und Erdmassenberechnung	4
2.1 Geometrie	4
2.1.1 Elementargeometrie	4
2.1.1.1 Sätze im rechtwinkligen Dreieck	4
2.1.1.2 Strahlensätze (Parallelenschnitt)	4
2.1.2 Trigonometrie	5
2.1.2.1 Winkelfunktionen im rechtwinkligen Dreieck	5
2.1.2.2 Sätze im schiefwinkligen Dreieck	5
2.1.3 Analytische Geometrie	5
2.1.3.1 Geraden im rechtwinkligen Koordinatensystem	5
2.1.3.2 Lineare Interpolation	6
2.1.3.3 Schnittpunkt zweier Geraden	6
2.1.4 Geometrische Konstruktionen	7
2.1.4.1 Streckenteilungen	7
2.1.4.2 Kreiskonstruktionen	7
2.1.4.3 Ellipsenkonstruktionen	8
2.2 Flächenberechnung, Berechnung in der Ebene	8
2.2.1 Formeln für regelmäßige Flächen	8

2.2.1.1	Regelmäßige, geradlinig begrenzte Flächen	8
2.2.1.2	Regelmäßige, krummlinig begrenzte Flächen	9
2.2.1.3	Schwerpunkte regelmäßiger Flächen	10
2.2.2	Berechnung polygonal begrenzter Flächen	11
2.2.2.1	Zerlegung in Dreiecke	11
2.2.2.2	Trapezzerlegung bei Geländeprofilen	11
2.2.2.3	Koordinatenmethode	12
2.2.2.4	Gaußsche Flächenformel (Gauß-Elling)	12
2.2.2.5	Schwerpunktberechnung	14
2.2.3	Näherungsverfahren	14
2.2.3.1	Trapezregel	14
2.2.3.2	Rechteckregel	15
2.2.3.3	Simpsonregel	15
2.2.3.4	Newtonregel	15
2.2.4	Mechanische Flächenermittlung (Planimeter)	15
2.2.4.1	Polarplanimeter	15
2.2.4.2	Noniuswert und Flächenmaß	16
2.2.4.3	Aufstellung des Polarplanimeters	17
2.2.4.4	Genauigkeit	18
2.2.5	Flächenermittlung mit CAD	18
2.2.5.1	Hardware	18
2.2.5.2	Software	18
2.2.6	Flächenberechnung bei Geländegefälle	19
2.2.6.1	Einseitige Geländeneigung	19
2.2.6.2	Zweiseitige Geländeneigung	19
2.2.6.3	Unregelmäßig geneigte Fläche	19
2.3	Körperberechnung, Berechnungen im Raum	20
2.3.1	Formeln für regelmäßige Körper	20
2.3.1.1	Prismen und Zylinder	20
2.3.1.2	Schief abgeschnittene Prismen und Zylinder	20
2.3.1.3	Pyramiden und Kegel	21
2.3.1.4	Pyramiden- und Kegelstumpf	22
2.3.1.5	Kugel und Faß	22
2.3.1.6	Prismatoide	23
2.3.1.7	Rotationskörper (Guldinsche Regeln)	24
2.3.2	Näherungsverfahren	24
2.3.2.1	Trapezregel (Mittelungsformel)	24
2.3.2.2	Rechteckregel	25
2.3.2.3	Simpsonregel (Keplersche Faßregel)	25
2.3.2.4	Newtonregel	25
2.3.2.5	Berechnung gekrümmter Körper	26
2.4	Erdmassenberechnung	27
2.4.1	Begrenzung der Erdrkörper	27
2.4.1.1	Horizont, Nulllinie	27
2.4.1.2	Nulllinienermittlung	28
2.4.2	Berechnungsmethoden – Grundsätze	30

2.4.2.1	Direktes und indirektes Verfahren, Bilanz	30
2.4.2.2	Zerlegungsprinzip	31
2.4.2.3	Methoden in Übersicht	31
2.4.2.4	Genauigkeit	31
2.4.3	Höhenschichtmethode	33
2.4.3.1	Höhenschichten	33
2.4.3.2	Restkörper	35
2.4.3.3	Genauigkeitsverbesserung	35
2.4.4	Profilmethode	39
2.4.4.1	Profile	39
2.4.4.2	Profilflächen	43
2.4.4.3	Profilflächenberechnung nach Gauß-Elling	43
2.4.4.4	Profilflächenermittlung nach anderen Verfahren	44
2.4.4.5	Profilkörper, Bilanz (parallele Profile)	44
2.4.4.6	Restkörper	45
2.4.4.7	Fehler, Genauigkeitsverbesserung	45
2.4.4.8	Nichtparallele Profile	45
2.4.5	Quadratnetzmethode	46
2.4.5.1	Reine Quadrat- oder Rechtecknetze	46
2.4.5.2	Summarisches Verfahren	47
2.4.5.3	Teilkörper mit unregelmäßigem Querschnitt	47
2.4.6	Facetten- oder Prismenmethode	49
2.4.6.1	Dreiecksfacettennetz	49
2.4.6.2	Facettenmethode, indirektes Verfahren	50
2.4.6.3	Prismenmethode, neuere Verfahren	53
2.4.7	Berechnung aus Einzelkörpern	53
2.5	Literatur	54
3	Vermessungstechnik	55
3.1	Festlegung von Punkten	55
3.1.1	Punkte in Koordinatensystemen	55
3.1.1.1	Rechtwinklige (orthogonale) Koordinaten	56
3.1.1.2	Polarkoordinaten	56
3.1.2	Darstellung von Punkten in Karten und Plänen	57
3.1.3	Vermarkung von Punkten im Gelände	57
3.1.3.1	Vorübergehende Markierungen	58
3.1.3.2	Dauerhafte Vermarkungen	58
3.1.3.3	Lagefestpunkte	59
3.1.4	Sicherung von Punkten	59
3.1.4.1	Fixierung eines eingemessenen Punktes	59
3.1.4.2	Mechanische Sicherungen	61
3.1.4.3	Sicherung durch Einmessen	61
3.2	Streckenmessung	62
3.2.1	Darstellung von Vermessungslinien in Feldrissen und Plänen	62

3.2.2	Darstellung von Vermessungslinien im Gelände (Fluchten)	63
3.2.3	Längenmessung	64
3.2.3.1	Meßgeräte und Meßverfahren	64
3.3	Winkelmessung	67
3.3.1	Rechte Winkel	67
3.3.2	Allgemeine Winkel	71
3.3.2.1	Der Theodolit	71
3.3.2.2	Winkelmessung mit dem Theodolit	72
3.4	Lagemessung	72
3.4.1	Bezugssysteme	72
3.4.1.1	Standlinien	74
3.4.1.2	Polygonzüge	74
3.4.2	Aufnahmeverfahren	74
3.4.2.1	Dreiecksmessung	77
3.4.2.2	Einbindeverfahren	77
3.4.2.3	Rechtwinkelverfahren (Orthogonalverfahren)	77
3.4.2.4	Polarverfahren	78
3.4.3	Flächenaufmaße	78
3.5	Höhenmessungen	83
3.5.1	Bezugshöhen	83
3.5.1.1	Örtlich festgelegte Bezugshöhen (relative Höhen)	83
3.5.1.2	NN-Höhen (absolute Höhen)	83
3.5.2	Geräte zur Höhenmessung	83
3.5.2.1	Einfache Hilfsmittel	84
3.5.2.2	Nivellierinstrumente	84
3.5.2.3	Lasengeräte	88
3.5.3	Nivellierverfahren	88
3.5.3.1	Prinzip des Nivellierens	88
3.5.3.2	Liniennivellement	89
3.5.3.3	Längs- und Querprofile	90
3.5.3.4	Flächennivellements	94
3.6	Tachymetrie	97
3.6.1	Optische Entfernungsmessung	97
3.6.1.1	Nivelliertachymetrie	97
3.6.1.2	Tachymetrie mit Theodolit	98
3.6.1.3	Diagrammtachymeter (Reduktionstachymeter)	99
3.6.2	Elektrooptische Verfahren	99
3.6.2.1	Elektronisches Tachymeter	100
3.6.2.2	Peripheriegeräte	101
3.7	Absteckungen	102
3.7.1	Absteckung von Bauwerken	102
3.7.2	Absteckung von Kreisbögen	103
3.7.2.1	Absteckung von Bogenpunkten vom Mittelpunkt	103
3.7.2.2	Absteckung rechtwinklig von der Tangente	104
3.8	Weiterführende Literatur	104

4	Erdbau	105
4.1	Allgemeine Hinweise	105
4.2	Begriffe; Technische Vorschriften etc.	105
4.2.1	Erläuterung wichtiger Begriffe	105
4.2.2	Technische Vorschriften, Richtlinien, Merkblätter	106
4.3	Boden als Baustoff und Baugrund	107
4.3.1	Begriffsbestimmung; Entstehung von Boden	107
4.3.2	Zusammensetzung	108
4.3.3	Bodenerkundung	108
4.3.3.1	Ergebnis; Bezugsrichtlinien	108
4.3.3.2	Erkundungsverfahren	110
4.3.4	Probenahme	111
4.3.5	Bodeneinteilung, Bodenbenennung	114
4.3.5.1	„Wertfreie“ Bodeneinteilung	115
4.3.5.2	„Bewertende“ Bodeneinteilung	115
4.4	Bodenphysikalische Kennwerte und ihre Ermittlung	117
4.4.1	Kennwerte zur Kornzusammensetzung	117
4.4.1.1	Korngrößenverteilung	117
4.4.1.2	Kornform, Korn- und Bodenoberfläche	120
4.4.2	Wassergehalt w	120
4.4.2.1	Begriffsbestimmung; Größenordnung	120
4.4.2.2	Versuchsdurchführung	123
4.4.3	Organische Substanz	124
4.4.3.1	Form, Zustand, mechanisches Verhalten organischer Substanz	124
4.4.3.2	Feststellungen zu Form und Menge organischer Substanz	124
4.4.3.3	Bedeutung organischer Substanz	125
4.4.4	Plastische Eigenschaften	125
4.4.4.1	Bezeichnungen, Definitionen	125
4.4.4.2	Ermittlung der plastischen Eigenschaften	126
4.4.5	Kennwerte zur Dichte des Bodens	126
4.4.5.1	Korndichte ρ_s	126
4.4.5.2	Dichte ρ und Trockendichte ρ_d	128
4.4.5.3	Porenanteil n und Porenzahl e	129
4.4.5.4	Sättigungszahl S_r	130
4.4.5.5	Proctorversuch und Verdichtungsgrad D_{Pr}	130
4.4.5.6	Lagerungsdichte D und Bezogene Lagerungsdichte I_D	132
4.4.6	Verformungsverhalten und Tragfähigkeit	133
4.4.6.1	Begriffserläuterungen	133
4.4.6.2	Prüfverfahren	133
4.4.7	Wasserbewegung im Boden; Durchlässigkeit; Kapillarität	137
4.4.7.1	Bewegungsrichtungen des Wassers	137
4.4.7.2	Arten des Wassers im Boden	137
4.4.7.3	Durchlässigkeit	137
4.4.7.4	Kapillarität (kapillare Steighöhe)	138

4.4.8	Frosteinflüsse auf den Boden	139
4.4.8.1	Auswirkungen	139
4.4.8.2	Frostbeständigkeit und Frostempfindlichkeit	140
4.5	Beurteilung von Böden für bautechnische Zwecke	141
4.5.1	Belastungsverhalten des Bodens; Böschungsneigung	141
4.5.1.1	Tragfähigkeit und Standfestigkeit des Bodens	141
4.5.1.2	Böschungsneigung	143
4.5.2	Witterungseinflüsse	145
4.5.2.1	Einflüsse auf Bearbeitbarkeit, Tragfähigkeit und Standfestigkeit des Bodens	145
4.5.2.2	Frosteinfluß	146
4.5.2.3	Hinweise zu Termingestaltung und Arbeitsablaufplanung	146
4.5.3	Verhalten des Bodens beim Abtrag und Einbau	146
4.5.3.1	Verhalten beim Bodenabtrag	146
4.5.3.2	Verhalten beim Bodeneinbau	147
4.5.4	Suffosion und Kontaktersion	147
4.5.4.1	Suffosion	147
4.5.4.2	Kontaktersion	149
4.6	Erdarbeiten	151
4.6.1	Ablauf und Folgen von Erdarbeiten	153
4.6.1.1	Grundsätzliche Hinweise zum Arbeitsablauf und zu den Arbeitsschritten	153
4.6.1.2	Grundsätzliche Hinweise zu Folgen von Erdarbeiten	154
4.6.2	Vorbereitungsarbeiten	154
4.6.2.1	Vorbereiten der Baustelle	154
4.6.2.2	Freimachen des Baufeldes	154
4.6.3	Abtragsarbeiten	155
4.6.3.1	Grundsätzliche Forderungen	155
4.6.3.2	Abtragsarten	155
4.6.3.3	Wahl der Abtragsart und der Geräte	156
4.6.4	Bodentransport (Transportverfahren)	157
4.6.5	Bodenauftrag	157
4.6.5.1	Vorbereitung des Auftragsplanums	157
4.6.5.2	Hinweise zum Schüttmaterial	158
4.6.5.3	Arbeitsweise beim Schütten und Verteilen des Bodens	158
4.6.6	Verdichten des Bodens	159
4.6.6.1	Verdichtung bei Kopf- und Seitenschüttung und anstehendem Boden	159
4.6.6.2	Verdichtung bei der Lagenschüttung	160
4.6.6.3	Kontrolle des fertigen Planums und der Böschungen	161
4.6.7	Aufflockerungserscheinungen von Böden	161
4.6.8	Schutzmaßnahmen für das Erdplanum	161
4.6.8.1	Aufgabe; Planumsanforderungen	161
4.6.8.2	Einwirkungen; Schadenarten	162
4.6.8.3	Schutzmaßnahmen	162
4.6.9	Entwässerung von Erd- und Hochbauwerken	163

4.6.9.1	Entwässerung während der Bauzeit	163
4.6.9.2	Bauwerksentwässerung	164
4.6.9.3	Hinweise zur Ausbildung von Sickereinrichtungen	166
4.6.10	Besondere Arbeiten	167
4.6.10.1	Verfüllen von Leitungsgräben	167
4.6.10.2	Hinterfüllen und Überschütten von Bauwerken; Verfüllen von Baugruben	169
4.6.10.3	Aufschüttungen auf wenig tragfähigem Untergrund	170
4.6.10.4	Abtrag von Fels; Sprengarbeiten	171
4.6.11	Überprüfung von Erdbauwerken	171
4.7	Erdbaugeräte	175
4.7.1	Gruppe der „Standbagger“	175
4.7.1.1	Hauptmerkmale	175
4.7.1.2	Technische Ausstattung	175
4.7.1.3	Bauarten und Anwendung	176
4.7.1.4	Beispiele für Hydraulikbagger mit Raupenfahrwerk	176
4.7.2	Gruppe der „Fahrbagger“ („Flachbagger“)	178
4.7.2.1	Hauptmerkmale und Gerätegruppen	178
4.7.2.2	Planier- und Ladegeräte	178
4.7.2.3	Schürfkübelgeräte („Scraper“)	180
4.7.2.4	Erdhobel („Grader“)	181
4.7.3	Transportgeräte für gleislose Förderung	182
4.7.4	Gruppe der Verdichtungsgeräte	183
4.7.4.1	Einteilung Gerätegruppen nach ihrer Arbeitsweise	183
4.7.4.2	Statisch wirkende Verdichtungsgeräte	183
4.7.4.3	Schlagend bzw. stampfend wirkende Verdichtungsgeräte	185
4.7.4.4	Tiefenrüttler	187
4.7.4.5	Oberflächenrüttler – Vibrations-, Rüttelwalzen	187
4.7.4.6	Oberflächenrüttler – Vibrations-, Rüttelplatten	192
4.7.5	Einsatzkriterien für Geräte zum Lösen, Laden, Transportieren und Einbauen von Böden	192
4.7.6	Einsatzkriterien für Verdichtungsgeräte	195
4.7.7	Auswirkungen der Arbeitsvorgänge Lösen, Laden, Transportieren, Einbauen und Verdichten auf den Boden – Wechselwirkungen zwischen Erdbaugerät und Boden	195
4.7.7.1	Auswirkungen des Lösens und Ladens von Böden	195
4.7.7.2	Auswirkungen des Bodentransports	198
4.7.7.3	Auswirkungen des Einbauens (Verteilen, Einebnen, Planieren)	199
4.7.7.4	Auswirkungen des Verdichtens	199
4.7.8	Auswahl der Baumaschinen nach Baustellenkriterien und Kosten	200
4.7.8.1	Abstimmung im Arbeitsablauf; Maschinenkette	201
4.7.8.2	Auswahl von Maschinen zu Bodentransport nach Massenbewegungsplänen	202
4.7.8.3	Leistungsdaten und -kriterien, Leistungsberechnung, Kosten	203

4.8	Schäden an Erdbauwerken; Abhilfemaßnahmen	208
4.8.1	Setzungen	208
4.8.2	Bewegung von Bodenteilen	209
4.8.2.1	Suffosion	209
4.8.2.2	Oberflächenerosion	209
4.8.2.3	Kontakterosion	210
4.8.3	Bewegung von Bodenbereichen	210
4.8.3.1	Rutschung	211
4.8.3.2	Gleiten	211
4.8.3.3	Geländebruch (Böschungsbruch)	213
4.8.3.4	Grundbruch	214
4.9	Bodenverbesserung und -verfestigung	214
4.9.1	Begriffe und Verfahren	214
4.9.1.1	Begriffsbestimmungen; Wirkungen	214
4.9.1.2	Verfahren	215
4.9.2	Allgemeine Hinweise zu im Erd- und Straßenbau gebräuchlichen Verfahren	215
4.9.2.1	Verfahren, Anwendung, Richtlinien, Bodeneinflüsse	215
4.9.2.2	Vorgehensweise zur Wahl des Verfahrens	217
4.9.2.3	Mischverfahren; Grundsätzliche Durchführung der Arbeiten	217
4.9.2.4	Anforderungen an Bodenverfestigungen und -verbesserungen	219
4.9.3	Mechanische Bodenverbesserung	219
4.9.3.1	Wirkungsweise und Anwendung	219
4.9.3.2	Bodenanforderungen, Zusatzmaterial, Voruntersuchungen	219
4.9.3.3	Durchführung der mechanischen Bodenverbesserung	222
4.9.4	Bodenverbesserung und -verfestigung mit Kalk	222
4.9.4.1	Wirkungsweise und Anwendung	222
4.9.4.2	Bindemittel, bodentypische Anwendung, Eignungsprüfungen	223
4.9.4.3	Durchführung der Bodenverbesserung/-verfestigung mit Kalk	224
4.9.5	Bodenverfestigung mit Zement	225
4.9.5.1	Wirkungsweise und Anwendung	225
4.9.5.2	Bindemittel, bodentypische Anwendung, Eignungsprüfungen	226
4.9.5.3	Durchführung der Bodenverbesserung/-verfestigung mit Zement	226
4.9.6	Bituminöse Bodenverfestigung	228
4.9.6.1	Wirkungsweise und Anwendung	228
4.9.6.2	Bindemittel, bodentypische Anwendung, Eignungsprüfungen	228
4.9.6.3	Durchführung der Bodenverbesserung/-verfestigung mit bituminösen Bindemitteln	228

5	Boden	231
5.1	Boden und Landschaft	231
5.1.1	Bodenindividuum und Bodengesellschaft	231
5.1.2	Aufbau und Gliederung des Bodenkörpers (Begriffe)	232
5.1.2.1	Bodenhorizonte, Einschichtprofile, Mehrschichtprofile	234
5.1.2.2	Humusform, diagnostische Horizonte	234
5.1.3	Bodenbeschreibung	235
5.1.3.1	Horizontsymbole	235
5.1.3.2	Bodentypen (Typenschlüssel)	237
5.2	Bodenkundliche Geländeuntersuchungen	242
5.2.1	Auswertung vorhandener Unterlagen	242
5.2.2	Bodenansprache im Gelände	242
5.3	Laboranalysen	245
5.3.1	Laboranalysen an Gewichtsproben	245
5.3.1.1	Redoxpotential und pH-Wert	245
5.3.1.2	Bestimmung des pH-Wertes	245
5.3.1.3	Bestimmung der Körnung	245
5.3.1.4	Bestimmung des Humusgehaltes	246
5.3.1.5	Nährstoffe und Schadstoffe	248
5.3.2	Laboranalysen an Volumenproben	248
5.3.2.1	Trockenraumgewicht, Poren- und Substanzvolumen, Dichte	248
5.3.2.2	Porengrößenverteilung (Porung)	248
5.4	Boden, Standort und Vegetationstechnik	249
5.4.1	Standortanspruch und Nutzungseignung	250
5.4.1.1	Standortbeurteilung für vegetationsstechnische Zwecke	250
5.4.2	Bodenverbesserung	252
5.4.2.1	„Regel“profil mit nutzungsgerechten Standortfaktoren	253
5.4.2.2	Rechenverfahren zur Änderung der Körnung	253
5.4.2.3	Beispiel	253
5.5	Bodenerosion	256
5.5.1	Erosionsgefährdung durch Wasser	256
5.5.2	Erosionsgefährdung durch Wind	256
5.6	Reichsbodenschätzung	256
5.7	Pflanzenernährung	257
5.7.1	Ermittlung des Kalkbedarfs und Kalkung	257
5.7.2	Düngung	258
5.7.2.1	Düngung nach Bodenuntersuchung	258
5.7.2.2	Düngemittel	260
5.8	Literatur	260
6	Vegetationstechnik	261
6.1	Schutz von Vegetation	261
6.1.1	Normen und Richtlinien	261

6.1.2	Voruntersuchungen	261
6.1.3	Schutzmaßnahmen	262
6.1.3.1	Schutzmaßnahmen bei Vegetationsflächen	262
6.1.3.2	Schutz oberirdischer Teile von Bäumen	262
6.1.3.3	Schutz des Wurzelbereiches	262
6.1.3.4	Grundwasserabsenkung	267
6.1.3.5	Beläge im Wurzelbereich	267
6.1.3.6	Prüfungen	268
6.2	Bodenarbeiten	268
6.2.1	Normen und Richtlinien	268
6.2.2	Begriffe	269
6.2.3	Voruntersuchung	270
6.2.3.1	Erkundung des Baufeldes und Bewertung des Bodens	270
6.2.3.2	Bodengruppen	273
6.2.4	Anforderungen an Böden	274
6.2.4.1	Allgemeine Anforderungen	274
6.2.4.2	Spezielle Anforderungen	274
6.2.4.3	Regeneration von Böden	274
6.2.4.4	Unterboden unter Vegetationstragschichten	275
6.2.4.5	Durchwurzelbare Fläche für Bäume	275
6.2.5	Bodenverbesserung	275
6.2.5.1	Organische Hilfsstoffe	275
6.2.5.2	Mineralische Hilfsstoffe	276
6.2.5.3	Kunststoffe	278
6.2.5.4	Maßnahmen zur Bodenverbesserung	279
6.2.6	Vorbereitungsmaßnahmen	280
6.2.6.1	Aufnahmen von wiederverwendbarer Vegetation	280
6.2.6.2	Roden	280
6.2.6.3	Einarbeiten von Aufwuchs	280
6.2.6.4	Abheben von Aufwuchs	280
6.2.6.5	Beseitigen störender Stoffe, Bodenaustausch	280
6.2.7	Oberbodenabtrag und -Lagerung	280
6.2.7.1	Abtrag	280
6.2.7.2	Lagerung	280
6.2.8	Baugrundbehandlung	281
6.2.8.1	Bodennässe	281
6.2.8.2	Veränderung des Gefüges	281
6.2.8.3	Bodenbewegung	281
6.2.8.4	Lockerung	281
6.2.8.5	Planum, Baugrund	281
6.2.9	Vegetationstragschicht	282
6.2.9.1	Dicke	282
6.2.9.2	Auftragen Vegetationstragschicht	282
6.2.9.3	Bodenverbesserung, Vorratsdüngung und Voranbau	282
6.2.9.4	Planum	282
6.2.9.5	Lockerung	282

6.2.9.6	Feinplanum	282
6.2.9.7	Kurz- bis mittelfristiger Bodenschutz	283
6.2.10	Prüfungen	283
6.2.10.1	Voruntersuchungen	283
6.2.10.2	Eignungsprüfungen	283
6.2.10.3	Kontrollprüfungen	283
6.3	Pflanzarbeiten	284
6.3.1	Normen und Richtlinien	284
6.3.2	Gütebestimmungen für Gehölze	284
6.3.2.1	Allgemeine Gütebestimmungen	284
6.3.2.2	Spezielle Gütebestimmungen Laubgehölze	286
6.3.2.3	Spezielle Gütebestimmungen Immergrüne Gehölze, Rhododendron und Freilandazaleen	290
6.3.2.4	Spezielle Gütebestimmungen Nadelgehölze	291
6.3.2.5	Spezielle Gütebestimmungen Bodendecker	291
6.3.2.6	Spezielle Gütebestimmungen Rosen	291
6.3.2.7	Kennzeichnungsvorschriften	292
6.3.2.8	Schreibweise	292
6.3.3	Gütebestimmungen für Stauden, Ein- und Zweijahrsblumen	297
6.3.3.1	Allgemeine Gütebestimmungen	297
6.3.3.2	Spezielle Gütebestimmungen Stauden	297
6.3.3.3	Kennzeichnung	297
6.3.4	Gütebestimmungen für Blumenbulben, -zwiebeln und -knollen	297
6.3.5	Versand und Transport	300
6.3.5.1	Allgemeine Regeln	300
6.3.5.2	Versandzeit	300
6.3.5.3	Versandgewichte	300
6.3.6	Pflanzung	300
6.3.6.1	Pflanzzeit	300
6.3.6.2	Lagerung und Einschlag	304
6.3.6.3	Pflanzweise	306
6.3.6.4	Verankerung	308
6.3.6.5	Verdunstungshemmung	310
6.3.7	Pflanzen aus Wildbeständen	310
6.3.7.1	Gewinnung	310
6.3.7.2	Pflanzung	310
6.3.8	Pflanzenbedarf-Berechnungen	311
6.3.8.1	Pflanzenbedarf in Stck/m	311
6.3.8.2	Pflanzenbedarf in Stck/10 m	311
6.3.8.3	Pflanzenbedarf in Stck/ha	311
6.3.8.4	Pflanzenbedarf in Stck/ha bei Quadrat- und Dreieckspflanzung	311
6.3.8.5	Pflanzenbedarf in Stck/ha bei Quadrat- und Dreieckspflanzung (nach Hilkenbäumer)	311
6.3.9	Fertigstellungspflege	311
6.3.9.1	Abnahmefähiger Zustand	311

6.3.9.2	Leistungen der Fertigstellungspflege	311
6.3.10	Prüfungen	315
6.3.10.1	Voruntersuchungen	315
6.3.10.2	Eignungsprüfungen	315
6.3.10.3	Kontrollprüfungen	315
6.4	Saatarbeiten	316
6.4.1	Normen und Richtlinien	316
6.4.2	Gräser	316
6.4.2.1	Erkennung und Eigenschaften	316
6.4.2.2	Saatgut	323
6.4.2.3	Rasen-Sorten	324
6.4.3	Leguminosen und sonstige Kräuter	327
6.4.4	Fertigrasen und vergleichbare Vegetationsstücke	327
6.4.5	Rasentypen – Saatgutmischungen	329
6.4.5.1	Rasentypen	329
6.4.5.2	Saatgutmischungen	330
6.4.6	Ansaat	339
6.4.7	Verlegen von Fertigrasen	340
6.4.8	Fertigstellungspflege	340
6.4.8.1	Abnahmefähiger Zustand	340
6.4.8.2	Leistungen der Fertigstellungspflege	341
6.4.9	Prüfungen	342
6.4.9.1	Vorprüfungen	342
6.4.9.2	Eignungsprüfungen	342
6.4.9.3	Kontrollprüfungen	342
6.5	Pflege/Unterhaltung von Vegetationsflächen	342
6.5.1	Normen und Richtlinien	342
6.5.2	Pflegeziele	343
6.5.2.1	Entwicklungspflege	343
6.5.2.2	Unterhaltungspflege (Erhaltungspflege)	343
6.5.3	Pflegeleistungen für Pflanzflächen	343
6.5.3.1	Bodenpflege	343
6.5.3.2	Düngung	344
6.5.3.3	Pflanzenschnitt	344
6.5.3.4	Wässern	345
6.5.3.5	Laubbeseitigung	345
6.5.3.6	Reinigung	345
6.5.3.7	Unterhaltung von Schutzeinrichtungen	345
6.5.3.8	Pflanzenschutz	345
6.5.3.9	Winterschutzmaßnahmen	345
6.5.4	Pflegeleistungen bei Rasen und wiesenähnlichen Flächen	345
6.5.4.1	Mähen	346
6.5.4.2	Düngen	346
6.5.4.3	Wässern	347
6.5.4.4	Laubentfernung	347

6.5.4.5	Reinigen	347
6.5.4.6	Senkrechtschneiden	347
6.5.4.7	Lüften	347
6.5.4.8	Besanden	347
6.5.4.9	Maßnahmen gegen unerwünschten Fremdartenbesatz und Moos	348
6.5.4.10	Maßnahmen gegen Pilzkrankheiten	348
6.5.5	Prüfungen	348
6.5.5.1	Voruntersuchungen	348
6.5.5.2	Kontrollprüfungen	348
6.6	Ingenieurbioologische Sicherungsbauweisen	348
6.6.1	Normen und Richtlinien	348
6.6.2	Vorbemerkungen	349
6.6.3	Lagenbau	350
6.6.3.1	Spreitlagen	350
6.6.3.2	Rauhwehr	350
6.6.3.3	Buschlage	351
6.6.3.4	Heckenlage	352
6.6.3.5	Heckenbuschlage, gemischte Buschlage	352
6.6.3.6	Packfaschinat, Rauhpackung, Ast- und Zweigpackung	353
6.6.3.7	Buschbautraverse	353
6.6.3.8	Lebender Steinsatz, lebende Steinschüttung	354
6.6.4	Faschinenbau	355
6.6.4.1	Faschinenwalze	355
6.6.4.2	Hangfaschine, Wippe	356
6.6.4.3	Dränfaschine, Sickerstränge	356
6.6.4.4	Röhrichtwalze	357
6.6.5	Flechtwerke, Geflechte	358
6.6.5.1	Zopfgeflecht, Flechtzopf	358
6.6.5.2	Flechtzaun	359
6.6.5.3	Diagonalgeflecht, Längsgeflecht, Rautengeflecht	359
6.6.5.4	Stückgeflecht, Flechtwerksstücke	360
6.6.6	Sicherung durch Fertigrasen, Saatmatten und Ansaaten	361
6.6.6.1	Fertigrasen	361
6.6.6.2	Rasenstreifen, Rasenbänder, Rasengitter	361
6.6.6.3	Saatmatten	362
6.6.6.4	Ansaaten	362
6.6.6.5	Erosionsschuttmatten, Vegetationsvlies	363
6.6.7	Pflanzung und Steckholz	367
6.6.7.1	Pflanzriefen, Riefenpflanzung	367
6.6.7.2	Steckholz, Setzholz	367
6.6.7.3	Setzstangen	368
6.6.7.4	Lebende Käämme, lebende Bürsten	368
6.6.7.5	Ballenpflanzung, Ballenbesatz, Röhrichtballenpflanzung	369
6.6.7.6	Halmpflanzung, Schilfhalmpflanzung, Halmstecklingbesatz	369
6.6.8	Stützbauwerke	370

6.6.8.1	Krainerwand	370
6.6.8.2	Steingabionen, Drahtschotterkästen	371
6.6.8.3	Erdgabionen, Bewehrte Erdkörper, Geotextilkörper	372
6.6.9	Fertigstellungspflege	373
6.6.9.1	Abnahmefähiger Zustand	373
6.6.9.2	Leistungen der Fertigstellungspflege	374
6.6.10	Prüfungen	374
6.6.10.1	Voruntersuchungen	374
6.6.10.2	Eignungsprüfungen	374
6.6.10.3	Kontrollprüfungen	374
6.7	Literatur	374
7	Einfriedungen	375
7.1	Drahtgeflechtzäune	375
7.1.1	Aufbau	375
7.1.2	Abmessungen	376
7.1.2.1	Bespannung	376
7.1.2.2	Tragkonstruktion	378
7.1.3	Herstellung	380
7.1.4	Abnahme	380
7.1.5	Abrechnung	381
7.2	Stahlgitterzäune	381
7.2.1	Aufbau	381
7.2.2	Abmessungen	382
7.2.2.1	Gitter (Maschen)	382
7.2.2.2	Tragkonstruktion	382
7.2.3	Herstellung	382
7.2.4	Abnahme	382
7.2.5	Abrechnung	382
7.3	Metallprofilgitter	382
7.3.1	Aufbau	382
7.3.2	Abmessungen	383
7.3.2.1	Rahmen	383
7.3.2.2	Füllungen	383
7.3.3	Herstellung	383
7.3.4	Abnahme	383
7.3.5	Abrechnung	384
7.4	Halbrundlattenzaun	384
7.4.1	Aufbau	384
7.4.2	Abmessungen	384
7.4.3	Herstellung	385
7.4.4	Abnahme	385
7.4.5	Abrechnung	385

7.5	Rundholzzaun	385
7.6	Bretter-Lattenzäune	385
7.6.1	Herstellung	385
7.6.2	Abmessungen	385
7.6.3	Herstellung	386
7.6.4	Abnahme	386
7.6.5	Abrechnung	386
7.7	Türen und Tore	386
7.7.1	Türenbezeichnungen nach DIN 107	386
7.7.2	Metalltüren/-tore	387
7.7.2.1	Abmessungen	387
7.7.2.2	Beschläge	388
7.7.2.3	Herstellung	388
7.7.2.4	Abnahme	388
7.7.2.5	Abrechnung	388
7.7.3	Holztüren/-tore	388
7.7.3.1	Abmessungen	388
7.7.3.2	Beschläge	389
7.7.3.3	Herstellung	389
7.7.3.4	Abnahme	389
7.7.3.5	Abrechnung	389
8	Wegebau	391
8.1	Allgemeine Hinweise	391
8.2	Festlegungen, Begriffe, Technische Vorschriften	391
8.2.1	Differenzierung der Verkehrsflächen nach Kategoriengruppen	391
8.2.2	Maßstäbe zur Planung des Straßenraumes	392
8.2.2.1	Querschnitt, Linienführung und Konstruktion	392
8.2.2.2	Technische Vorschriften, Richtlinien, Merkblätter	392
8.3	Planungsgrundlagen für Verkehrsflächen innerhalb bebauter Gebiete mit der Funktion „Erschließung und Aufenthalt“	395
8.3.1	Flächen für Fußgängerverkehr	395
8.3.1.1	Festlegungen, Begriffe	395
8.3.1.2	Querschnittsausbildung	395
8.3.1.3	Linienführung	397
8.3.2	Flächen für Radverkehr	398
8.3.2.1	Festlegungen, Begriffe	398
8.3.2.2	Querschnittsausbildung	398
8.3.2.3	Linienführung	400
8.3.2.4	Fahrradabstellanlagen	401
8.3.2.5	Führung von Radwegen im Knotenpunktbereich sowie Überquerungsstellen außerhalb von Knotenpunkten	401

8.3.3	Flächen für Kraftfahrzeugverkehr	401
8.3.3.1	Querschnittsgestaltung	402
8.3.3.2	Linienführung	406
8.3.3.3	Sichtverhältnisse außerhalb von Knotenpunkten	408
8.3.4	Knotenpunkte; Ein-, Ausfahrten, Garagenzufahrten	408
8.3.4.1	Ausbildung von Knotenpunkten sowie Ein- und Ausfahrten	408
8.3.4.2	Sichtverhältnisse bei Knotenpunkten	413
8.3.4.3	Grundstücks-, Garagenzufahrten; Bordsteinabsenkungen	414
8.3.5	Abstellanlagen für Kraftfahrzeuge (Anlagen des „ruhenden Verkehrs“)	418
8.3.5.1	Aufstellarten und Abmessungen der Abstellanlagen	418
8.3.5.2	Zahl der Stellplätze	418
8.3.5.3	Abfertigungssysteme	418
8.3.6	Wendeanlagen; Notdurchfahrten	419
8.3.6.1	Wendeanlagen	419
8.3.6.2	Notdurchfahrten	419
8.3.7	Platzbedarf für Ver- und Entsorgungseinrichtungen, Straßenreinigung, Feuerwehr	419
8.3.7.1	Ver- und Entsorgungsleitungen	419
8.3.7.2	Müllbehälter, Schaltkästen, Fernsprecheinrichtungen	419
8.3.7.3	Straßenreinigungs- und Müllfahrzeuge	425
8.3.7.4	Feuerwehrfahrzeuge	425
8.3.8	Haltestellen für den öffentlichen Nahverkehr	425
8.3.8.1	Hinweise für Haltestellen zwischen den Knotenpunkten	425
8.3.8.2	Ausbildung der Warteflächen	425
8.3.9	Begrünung des Straßenraumes	425
8.4	Planungsgrundlagen für Straßen außerhalb und innerhalb bebauter Gebiete mit der Funktion „Verbindung“	427
8.4.1	Hauptmerkmale und planungsrelevante Begriffe	427
8.4.1.1	Hauptmerkmale	427
8.4.1.2	Planungsrelevante Begriffe	428
8.4.2	Rad- und Fußwege an Verbindungsstraßen	429
8.4.2.1	Anwendung und Ausbildung	429
8.4.2.2	Gestaltungsmöglichkeiten	429
8.4.3	Entwurfgrundlagen der Straßenplanung	430
8.4.3.1	Allgemeine Hinweise	430
8.4.3.2	Querschnittsgestaltung	430
8.4.3.3	Trassenführung im Lageplan	432
8.4.3.4	Trassenführung im Höhenplan	437
8.4.3.5	Querneigung der Fahrbahn und Anrampung des Fahrbahnrandes	439
8.4.3.6	Querschnittsveränderungen; Fahrbahnverbreiterung in Kurven	441
8.4.3.7	Sichtverhältnisse im Straßenraum (freie Strecke)	443
8.4.4	Hinweise zu plangleichen Knotenpunkten	445
8.4.4.1	Verkehrsablauf	445

8.4.4.2	Wegweisende Beschilderung	446
8.4.4.3	Verkehrssicherheit	446
8.4.4.4	Sichtfelder	447
8.4.5	Ländliche Wege	447
8.4.5.1	Aufgabe ländlicher Wege	447
8.4.5.2	Wegearten	447
8.4.5.3	Planungselemente	449
8.5	Wegebaustoffe	449
8.5.1	Mineralische Körnungen	449
8.5.1.1	Verwendung und Material	449
8.5.1.2	Lieferkörnungen	449
8.5.2	Werksteine für den Wegebau	451
8.5.2.1	Pflastersteine	451
8.5.2.2	Platten und Gittersteine	452
8.5.2.3	Bordsteine und Kantensteine („Einfassungssteine“)	455
8.5.3	Bindemittel im Straßen- und Wegebau	457
8.5.3.1	Bituminöse Bindemittel	458
8.5.3.2	Bezeichnung und Verarbeitung bituminöser Bindemittelarten	458
8.5.3.3	Bituminöse Fugenvergußmassen	460
8.5.3.4	Hydraulische Bindemittel	460
8.5.4	Industrielle Nebenprodukte und bestimmte Mineralstoffe	462
8.5.5	Sonstige Wegebaustoffe	462
8.5.5.1	Anwendung, Arten, Eigenschaften	462
8.5.5.2	Einzelheiten	463
8.6	Oberbau von Verkehrsflächen; Grundlagen	463
8.6.1	Aufbau und Beanspruchung des Oberbaus	463
8.6.1.1	Gesamtaufbau der Konstruktion	463
8.6.1.2	Klassifizierung des Oberbaus und Verkehrsbelastung	464
8.6.2	Baugrund und Planum unter Oberbauten	466
8.6.2.1	Auswirkungen des Baugrunds auf die Dimensionierung des Oberbaus	466
8.6.2.2	Anforderungen an das Planum; Schutz des Planums	467
8.6.3	Allgemeine Hinweise zu den Trag- und Deckschichten	467
8.6.3.1	Aufgaben und bauliche Ausbildung der Tragschicht	467
8.6.3.2	Aufgaben und bauliche Ausbildung der Deckschicht	467
8.7	Angaben zur bautechnischen Ausführung der Tragschicht(en)	468
8.7.1	Verwendung des Baugrunds als „Tragschicht“	468
8.7.1.1	Verkehrsflächen im öffentlichen Bereich	468
8.7.1.2	Verkehrsflächen im nicht öffentlichen Bereich; untergeordnete ländliche Wege	468
8.7.2	Tragschichten ohne Bindemittel	469
8.7.2.1	Allgemeine Hinweise zu den Bauweisen	469
8.7.2.2	Frostschuttschichten	471
8.7.2.3	Kies- und Schottertragschichten	474

8.7.2.4	Nicht korngestufte Tragschichtbauweisen	474
8.7.3	Allgemeine Hinweise zu Tragschichten mit Bindemitteln . . .	476
8.7.4	Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln	476
8.7.4.1	Hydraulisch „gebundene“ Tragschichten	476
8.7.4.2	Hydraulisch „verfestigte“ Tragschichten	478
8.7.4.3	Betontragschichten	478
8.7.5	Tragschichten mit bituminösen Bindemitteln	479
8.7.5.1	Bituminös „gebundene“ Tragschichten	479
8.7.5.2	Bituminös „verfestigte“ Tragschichten	481
8.7.5.3	Asphaltmakadam-Tragschichten	481
8.8	Angaben zur bautechnischen Ausführung der Deckschicht	481
8.8.1	Pflaster- und Plattenbeläge	481
8.8.1.1	Allgemeine Hinweise zur Ausbildung von Pflaster- und Plattenbelägen	481
8.8.1.2	Ergänzende Hinweise zum Natursteinpflaster	483
8.8.1.3	Ergänzende Hinweise zum Betonpflaster	484
8.8.1.4	Ergänzende Hinweise zum Klinkerpflaster	484
8.8.1.5	Ergänzende Hinweise zu Plattenbelägen	484
8.8.2	Bituminös gebundene Deckschichten	485
8.8.2.1	Allgemeine Hinweise zur Ausbildung bituminös gebundener Deckschichten	485
8.8.2.2	Ergänzungen zu Oberflächenschutzschichten	488
8.8.2.3	Ergänzungen zu Asphalt- und Teerasphaltbinder	490
8.8.2.4	Ergänzungen zu Decken aus Asphalt- und Teerasphaltbeton im „Heißeinbau“	490
8.8.2.5	Ergänzungen zu Decken aus Asphalt- und Teerasphaltbeton im „Warmeinbau“	492
8.8.2.6	Ergänzungen zu Tragdeckschichten	492
8.8.2.7	Ergänzungen zu Decken aus Gußasphalt	492
8.8.2.8	Ergänzungen zu Decken aus Splittmastixasphalt	493
8.8.2.9	Ergänzungen zu Decken aus Asphaltmastix	493
8.8.2.10	Ergänzungen zu Makadamdecken	494
8.8.3	Betondecken	497
8.8.3.1	Eigenschaften und Anwendung	497
8.8.3.2	Baustoff- und Materialangaben	497
8.8.3.3	Fugen	498
8.8.3.4	Arbeitsvorgang bei der Herstellung von Betondecken	499
8.9	Deckschichten ohne Bindemittel, Sonderbauweisen . . .	500
8.9.1	Wassergebundene Wegedecke	500
8.9.2	Sanddecke	501
8.9.3	Holzpfaster	502
8.9.4	Deckschichten aus sonstigen organischen Materialien (Gerberlohe, Rinden-Mulch, Nadelbeläge, Holzspäne)	503
8.10	Seitliche Begrenzung von Verkehrsflächen	504
8.10.1	Aufgaben	504
8.10.2	Bauweisen	504

8.11	Beispiele für die Ausbildung des Oberbaus von Verkehrsflächen	508
9	Entwässerung	513
9.1	Kanalisationsleitungen	513
9.1.1	Rohrarten	513
9.1.1.1	Steinzeugrohre	513
9.1.1.2	Betonrohre	514
9.1.1.3	Kunststoffrohre	522
9.1.1.4	Sonstige Rohre	523
9.1.2	Ausführung von Kanalisationsarbeiten	523
9.1.2.1	Rohrgräben	523
9.1.2.2	Rohrverlegung	525
9.1.2.3	Verfüllen der Rohrgräben	526
9.2	Entwässerungseinrichtungen	527
9.2.1	Schächte	527
9.2.1.1	Ausführungsarten	527
9.2.1.2	Bestandteile von Schächten	529
9.2.2	Abläufe	534
9.2.2.1	Bestandteile von Regenwasserabläufen	534
9.2.2.2	Hofabläufe	536
9.2.2.3	Straßenabläufe	537
9.2.3	Ablaufrinnen	540
9.2.3.1	Bestandteile von Ablaufrinnen	540
9.2.3.2	Rinnen in Ortbauweise	540
9.2.3.3	Rinnen in Elementbauweise	541
9.2.4	Abscheider und Schlammfänge	542
9.2.4.1	Aufgabe der Abscheider	543
9.2.4.2	Wirkung der Schlammfänge	549
9.3	Oberflächenentwässerung	549
9.3.1	Gefälleausbildung	549
9.3.1.1	Querneigung q [%]	550
9.3.1.2	Längsgefälle s [%]	551
9.3.2	Anordnung von Abläufen	551
9.3.3	Bemessung von Regenwasserleitungen nach DIN 1986	552
9.3.3.1	Regenwasserabfluß	552
9.3.3.2	Ermittlung der Nennweiten	552
9.3.4	Anwendungsbeispiel	557
9.4	Entwässerung des Untergrundes	558
9.4.1	Dränrohre	558
9.4.1.1	Dränrohre aus Ton nach DIN 1180	559
9.4.1.2	Filterrohre aus Beton nach DIN 4032	560
9.4.1.3	Kunststoffdränrohre nach DIN 1187	561
9.4.2	Dränarbeiten	563

9.4.2.1	Grundmerkmale	563
9.4.2.2	Hauptanwendungsgebiete für Dränungen	564
9.5	Wichtige Normen (Auszug)	566
10	Sportplatzbau	567
10.1	Planung und Maße	567
10.1.1	Regelwerke	567
10.1.1.1	Regeln der Fachverbände	567
10.1.1.2	Technische Regelwerke	567
10.1.2	Begriffe	568
10.1.3	Abmessungen	568
10.1.3.1	Spielfeldmaße	568
10.1.3.2	Laufbahnen und Anlaufbahnen	568
10.1.3.3	Sprunganlagen	572
10.1.3.4	Wurf- und Stoßanlagen	572
10.1.3.5	Oberflächengefälle	573
10.1.4	Einordnung zur Himmelsrichtung	573
10.2	Baugrund	575
10.2.1	Technische Regelwerke	576
10.2.2	Begriffe	578
10.2.3	Anforderungen	578
10.2.4	Baugrundverbesserung	578
10.3	Entwässerung	578
10.3.1	Technische Regelwerke	578
10.3.2	Begriffe	579
10.3.3	Anforderungen, Berechnungen	580
10.3.3.1	Oberflächenentwässerung	580
10.3.3.2	Dränenentwässerung – Anforderungen entspr. DIN 18035 T.3	587
10.3.4	Baustoffe	590
10.3.4.1	Oberflächenentwässerung	590
10.3.4.2	Dränenentwässerung	590
10.3.5	Herstellung	591
10.3.5.1	Oberflächenentwässerung	591
10.3.5.2	Dränenentwässerung und Geschlossene Leitungen	591
10.3.6	Abrechnung	591
10.3.7	Prüfungen	591
10.3.7.1	Gedeckte Rinnen	591
10.3.7.2	Einzelabläufe	592
10.3.7.3	Muldenrinnen	592
10.3.7.4	Geschlossene Leitungen	592
10.3.7.5	Schächte	592
10.3.7.6	Dränstränge	592
10.4	Rasenflächen	592
10.4.1	Technische Regelwerke	592

10.4.2	Begriffe und Zwecke	592
10.4.3	Aufbau	592
10.4.3.1	Profil	592
10.4.3.2	Dränschicht	593
10.4.3.3	Rasentragschicht	594
10.4.3.4	Bauweisen	595
10.4.3.5	Rasendecke	597
10.4.4	Abnahme	598
10.4.4.1	Saatrasen	598
10.4.4.2	Fertigrasen	599
10.4.5	Prüfungen	599
10.4.6	Abrechnung	599
10.5	Tennenflächen	599
10.5.1	Technische Regelwerke	599
10.5.2	Begriffe und Zwecke	599
10.5.3	Aufbau	600
10.5.3.1	Profil	600
10.5.3.2	Filterschicht	601
10.5.3.3	Tragschicht	602
10.5.3.4	Dynamische Schicht	603
10.5.3.5	Tennenbelag	604
10.5.4	Abnahme	607
10.5.5	Prüfungen	608
10.5.6	Abrechnungen	608
10.6	Kunststoffflächen	609
10.6.1	Technische Regelwerke	609
10.6.2	Begriffe und Zwecke	609
10.6.3	Aufbau	609
10.6.3.1	Profil	609
10.6.3.2	Filterschicht	610
10.6.3.3	Ungebundene Tragschicht	610
10.6.3.4	Gebundene Tragschicht	611
10.6.3.5	Elastische Tragschicht	612
10.6.3.6	Kunststoffbelag	612
10.6.4	Abnahme	615
10.6.5	Prüfungen	615
10.6.6	Abrechnung	616
10.7	Kunststoffrasenflächen	616
10.7.1	Technische Regelwerke	616
10.7.2	Begriffe und Zwecke	616
10.7.3	Aufbau	617
10.7.3.1	Profil	617
10.7.3.2	Filterschicht	618
10.7.3.3	Ungebundene Tragschicht	618
10.7.3.4	Gebundene Tragschicht	618
10.7.3.5	Gebundene Elastische Tragschicht	619

10.7.3.6	Elastikschicht	619
10.7.3.7	Kunststoffrasenbelag	620
10.7.4	Abnahme	621
10.7.5	Prüfungen	621
10.7.6	Abrechnung	621
10.8	Bewässerung	621
10.8.1	Technische Regelwerke	621
10.8.2	Begriffe und Zwecke	622
10.8.3	Anforderungen	623
10.8.4	Ausführung (Beregnung)	623
10.8.4.1	Regnerarten	623
10.8.4.2	Bewegliche Beregnungsanlagen	624
10.8.4.3	Stationäre Beregnungsanlagen	626
10.8.5	Unterflurbewässerung	629
10.8.6	Wasserentnahme	629
10.8.7	Abnahme	629
10.8.8	Prüfungen	629
10.8.9	Abrechnung	629
10.9	Zuschaueranlagen	630
10.9.1	Technische Regelwerke	630
10.9.2	Begriffe und Zwecke	630
10.9.3	Planungshinweise	630
10.9.3.1	Anordnung	630
10.9.3.2	Maße	631
10.9.3.3	Sichtlinienberechnung	631
10.9.3.4	Sicherheitsvorschriften	632
10.9.3.5	Sonstiges	633
10.9.4	Baustoffe und Herstellungen	634
10.9.4.1	Erdwallanlagen	634
10.9.4.2	Beton- und Betonfertigteilbau	634
10.9.5	Abnahme	634
10.9.6	Prüfungen	634
10.9.7	Abrechnung	634
11	Mauerwerksbau	635
11.1	Wichtige DIN-Normen und Bestimmungen	635
11.2	Mauerwerk aus künstlichen Steinen	636
11.2.1	Mauersteine	636
11.2.1.1	Mauerziegel nach DIN 105	637
11.2.1.2	Kalksandsteine nach DIN 106	642
11.2.1.3	Hüttensteine nach DIN 398	643
11.2.2	Mauermörtel	644
11.2.2.1	Bindemittel	644
11.2.2.2	Sand	648
11.2.2.3	Mörtelzusätze (Zusatzstoffe/Zusatzmittel)	648

11.2.2.4	Mörtelherstellung	649
11.2.2.5	Werkmörtel	651
11.2.3	Mauerkonstruktionen	653
11.2.3.1	Einschaliges Mauerwerk	653
11.2.3.2	Zweischaliges Mauerwerk (mehrschaliges Mauerwerk)	653
11.2.3.3	Rohbaurichtmaße	653
11.2.3.4	Mauerverbände, -köpfe und -versätze	657
11.2.3.5	Bögen	664
11.2.3.6	Stürze	674
11.2.3.7	Verfugung	677
11.2.3.8	Putzen	679
11.3	Mauerwerk aus natürlichen Steinen	682
11.3.1	Natursteine	682
11.3.1.1	Hartgestein	685
11.3.1.2	Weichgestein	685
11.3.2	Gewinnung und Bearbeitung	685
11.3.3	Verbandsregeln	687
11.3.4	Mauerwerksarten	690
11.3.4.1	Trockenmauerwerk	690
11.3.4.2	Mörtelmauerwerk	690
11.3.4.3	Verblendmauerwerk	695
11.4	Sichtschutzwände (Schallschutzwände)	697
11.4.1	Freistehende Wände	697
11.4.2	Ausgesteifte Wände	698
11.5	Mauerköpfe	701
11.5.1	Hauben und Abdeckplatten	701
11.5.2	Rollschichten	703
11.6	Dossierung/Anlauf	703
11.7	Ausführung von Mauerwerk bei Frost	704
11.8	Gründung	704
11.8.1	Baugrund	705
11.8.1.1	Gewachsener Boden	705
11.8.1.2	Fels	705
11.8.1.3	Geschütteter Boden	705
11.8.2	Baugrundverhalten	705
11.8.2.1	Setzungen	705
11.8.2.2	Grundbruch	706
11.8.2.3	Kippen und Gleiten	706
11.8.3	Flächengründungen	706
11.9	Treppen	708
11.9.1	Grundbegriffe	708
11.9.1.1	Treppe	708
11.9.1.2	Treppenlauf	708
11.9.1.3	Laufflinie	708

11.9.1.4	Treppenstufe	708
11.9.1.5	Podest	709
11.9.1.6	Geländer	709
11.9.1.7	Handlauf	709
11.9.1.8	Treppenwange	709
11.9.1.9	Steigung	709
11.9.1.10	Auftritt	709
11.9.1.11	Steigungsverhältnis	709
11.9.1.12	Neigung	709
11.9.1.13	Unterschneidung	709
11.9.1.14	Treppenlauflänge	709
11.9.1.15	Treppenlaufbreite	709
11.9.1.16	Nutzbare Treppenlaufbreite	709
11.9.1.17	Nutzbare Podesttiefe	709
11.9.1.18	Geländerhöhe	711
11.9.2	Steigungsverhältnis	711
11.9.2.1	Schrittmaß	712
11.9.2.2	Bequemlichkeit	712
11.9.2.3	Sicherheit	712
11.9.2.4	Beispiele für Steigungsverhältnisse	713
11.9.2.5	Podestlängenberechnung	714
11.9.3	Treppenlaufbreiten	714
11.9.4	Verziehen von Stufen	714
11.9.4.1	Abwicklungsverfahren	714
11.9.4.2	Grundrißverfahren	715
11.9.5	Treppengründungen	716
11.9.5.1	Fundamentabstufungen	716
11.9.5.2	Stahlbetonplatten	716
11.9.5.3	Einzelne Hauseingangsstufen	717
11.9.6	Tagwasserführung	717
11.9.7	Seitliche Treppenbegrenzungen	719
11.9.7.1	Wangenlose Treppenführung	719
11.9.7.2	Wangenbegrenzung an Treppenläufen	719
11.9.7.3	Treppenwangenhöhe	719
11.9.7.4	Fügenschnitt am Wangenkopf	719
11.9.7.5	Treppenwangen bei Maueranlauf	719
11.9.8	Treppengeländer	719
11.9.8.1	Stabgitter	719
11.9.8.2	Geländer mit Stabträgern	720
11.9.8.3	Anordnung der Tragstäbe am Stufenrand	720
11.10	Ausblühungen an Mauerwerk und Beton	721
11.10.1	Mauersalpeter – nach KOHL	721
11.10.2	Ziegelausblühungen – nach CHARISTUS	722
11.10.3	Mörtelausblühungen	722
11.10.3.1	Kalkmörtelausblühungen – nach KOHL	722
11.10.3.2	Ausblühungen aus Stoffen im Anmachwasser – nach BAUER	722

11.10.3.3	Zementmörtelabblühungen – nach HUMMEL	722
11.10.3.4	Kalkfahnenbildung auf Betonflächen – nach BONZEL	722
11.10.4	Vorsichtsmaßnahmen bei der Sichtbetonherstellung nach BONZEL	723
12	Betonbau	725
12.1	Begriffliche Abgrenzung	725
12.1.1	Beton und Mörtel	725
12.1.2	Leicht-, Normal- und Schwebeton nach DIN 1045	725
12.1.3	Sonstige Unterscheidungskriterien	725
12.2	Ausgangsstoffe/Bestandteile	726
12.2.1	Bindemittel	726
12.2.1.1	Normzement	726
12.2.1.2	Zementfestigkeitsklassen	728
12.2.1.3	Lieferung und Lagerung von Zement	728
12.2.1.4	Kurzbezeichnungen und Kennfarben	729
12.2.1.5	Bindemittelwirkung auf Metalle	730
12.2.2	Betonzuschlag	730
12.2.2.1	Gestein	730
12.2.2.2	Korngruppen	731
12.2.2.3	Kornzusammensetzung der Zuschläge	732
12.2.2.4	Überprüfung und Verbesserung von Zuschlaggemischen	736
12.2.3	Anmachwasser	739
12.2.4	Betonzusätze	739
12.2.4.1	Betonzusatzmittel	739
12.2.4.2	Betonzusatzstoffe	740
12.3	Betoneigenschaften	740
12.3.1	Normalbeton	740
12.3.1.1	Frischbeton	740
12.3.1.2	Festbeton	742
12.3.2	Beton mit besonderen Eigenschaften	744
12.3.2.1	Wasserundurchlässiger Beton	744
12.3.2.2	Beton mit hohem Frostwiderstand	744
12.3.2.3	Beton mit hohem Frost- und Tausalz widerstand	744
12.3.2.4	Beton mit hohem Widerstand gegen chemische Angriffe	744
12.3.2.5	Beton für hohe Gebrauchstemperaturen bis 250 °C	744
12.3.2.6	Beton für Unterwasserschüttung	744
12.3.3	Weitere Hinweise zu den Betongruppen BI und BII	745
12.3.3.1	Zementgehalt	745
12.3.3.2	Wasserzementwert	745
12.3.3.3	Spezielle Anforderungen an Beton BI	747
12.3.3.4	Spezielle Anforderungen an Beton BII	749
12.4	Betonherstellung	749
12.4.1	Technologische Beziehungen	749
12.4.1.1	Beziehungen zwischen w und β_{D28}/N_{28}	749

12.4.1.2	Beziehung zwischen w , Zement-Normfestigkeit und β_{D28} . . .	749
12.4.2	Ermittlung des erforderlichen Wassergehalts	750
12.4.3	Entwurf von Betonmischungen	753
12.4.3.1	Beziehungen	753
12.4.3.2	Überprüfung des Zementgehalts der ausgeführten Frischbetonmischung	757
12.4.3.3	Ermittlung der Mischerfüllung	757
12.4.4	Mischvorgang	760
12.4.4.1	Handmischung	760
12.4.4.2	Maschinenmischung	761
12.4.4.3	Transportbeton	761
12.5	Betonprüfung	763
12.5.1	Eignungsprüfung	763
12.5.2	Güteprüfung	763
12.5.3	Prüfungen am Bauwerk	763
12.6	Betonstahl	764
12.6.1	Sorteneinteilung	764
12.6.1.1	Betonstabstahl	765
12.6.1.2	Betonstahlmatten	765
12.6.2	Verarbeiten der Bewehrung	770
12.6.2.1	Verlegen der Bewehrung	770
12.6.2.2	Biegen	770
12.6.2.3	Betondeckung	770
12.6.2.4	Stababstände	772
12.6.2.5	Verankerung auf Zug	772
12.6.2.6	Stöße	772
12.6.2.7	Verlegeregeln für Baustahlmatten	773
12.7	Schalung	777
12.7.1	Schalmaterial	777
12.7.1.1	Schalbretter	777
12.7.1.2	Großflächiges Schalmaterial	778
12.7.2	Schalungsbehandlung	780
12.7.3	Schnellspreizen aus Asbestzement	782
12.7.4	Hinweise zur Schalungsausschreibung	783
12.8	Betonieren und Nachbehandlung	783
12.8.1	Betoneinbringung und -verdichtung	783
12.8.1.1	Einbringen des Betons	783
12.8.1.2	Betonverdichtung	783
12.8.2	Betonieren bei besonderen Temperaturen	784
12.8.2.1	Betonieren bei höheren Temperaturen	784
12.8.2.2	Betonieren bei kühler Witterung und Frost	785
12.8.3	Nachbehandlung; Erhärtung des Betons	785
12.8.3.1	Vorbeugende Maßnahmen gegen Schwindschäden	787
12.8.3.2	Schalungsfristen nach DIN 1045	788

12.9	Sichtbeton	788
12.9.1	Sichtbetonarten; Anforderungen	788
12.9.1.1	Sichtbetonarten	788
12.9.1.2	Anforderungen an Schalung, Beton und Einbau	788
12.9.2	Zuschlagskörnungen für Sicht- und Waschbeton	789
12.9.3	Beton-Oberflächenausbildung	790
12.9.3.1	Schalungsrauhher Beton	790
12.9.3.2	Waschbeton	790
12.9.3.3	Schlagbearbeitungen	790
12.10	Arbeits- und Dehnungsfugen	791
12.10.1	Arbeitsfugen	791
12.10.2	Dehnungsfugen	791
12.10.3	Fugenbänder für Dehnungs- und Arbeitsfugen	792
12.10.3.1	Ausführungsarten; Anordnung	792
12.10.3.2	Einbau (Dehnungsfugenband)	793
12.11	Betonverwendung in betonschädlichen Böden und Wässern nach DIN 4030 (Auszug)	794
12.12	Ausschreibung und Abrechnung von Beton- und Stahlbetonarbeiten nach DIN 18331 (Auszug)	795
12.13	Normengrundlagen und Bestimmungen	797
13	Holzbau	799
13.1	Grundlagen	799
13.1.1	Aufbau des Holzes	799
13.1.2	Wichtige DIN-Normen und Bestimmungen	800
13.2	Holz als Baustoff	801
13.2.1	Bautechnische Eigenschaften	801
13.2.1.1	Holzfeuchte, Schwinden, Quellen	801
13.2.1.2	Elastizitäts- und Schubmodul nach DIN 1052	802
13.2.2	Festigkeit	804
13.2.3	Wichtige Holzarten und ihre Eigenschaften	804
13.2.4	Holzfehler	805
13.2.4.1	Wuchsfehler	805
13.2.4.2	Risse	806
13.2.5	Holzmeßhinweise, Handels- und Stärkeklassen	808
13.2.5.1	Holzausformung	808
13.2.5.2	Festmeterermittlung	808
13.2.5.3	Handelsklassen für Rundholz	808
13.2.5.4	Stärkeklassen für Langnutzholz	812
13.2.6	Bauholz	812
13.2.6.1	Begriffe nach DIN 1052	812
13.2.6.2	Baurundholz	813
13.2.6.3	Bauschnittholz	813
13.2.6.3.1	Stammaufteilung	813

13.2.6.3.2	Schnittholzeinteilung	814
13.2.6.3.3	Holzzuschnittmaße	816
13.2.7	Sperrholz nach DIN 68 705	818
13.2.7.1	Furnierplatten nach DIN 68 705 T3	819
13.2.7.2	Tischlerplatten	819
13.2.7.3	Hartfaser- und Dämmplatten nach DIN 68 750	820
13.2.7.4	Holzspanplatten nach DIN 68 760	820
13.2.7.5	Holzwolle-Leichtbauplatten nach DIN 1101/02/04	820
13.2.8	Brettschichtholz	820
13.3	Holzverbindungen	821
13.3.1	Zimmermannsmäßige Verbindungen	822
13.3.1.1	Längsstöße	822
13.3.1.2	Quer- und Eckverbindungen	822
13.3.1.2.1	Zapfenverbindungen	822
13.3.1.2.2	Überblattung	827
13.3.1.3	Verkämmung	827
13.3.1.4	Schrägverbindungen	827
13.3.1.5	Bretterverbindungen	830
13.3.2	Schalungen	830
13.3.3	Verleimungen	830
13.3.4	Mechanische Verbindungen	832
13.3.4.1	Dübelverbindungen	832
13.3.4.1.1	Rechteckdübel	832
13.3.4.1.2	Dübel besonderer Bauart	833
13.3.4.2	Stabdübel und Bolzen	833
13.3.4.3	Nagelverbindungen	842
13.3.4.3.1	Grundsätzliche Hinweise	842
13.3.4.3.2	Nagelverbindungen mit Stahlblechen und Stahlblechformteilen	844
13.3.4.3.3	Klammerverbindungen	844
13.3.4.4	Holzschrauben-Verbindungen	850
13.4	Holzschutz	853
13.4.1	Holzerstörung durch Pilze und Insekten	853
13.4.2	Schutzmaßnahmen	853
13.4.2.1	Konstruktive Maßnahmen	853
13.4.2.2	Chemische Maßnahmen	853
13.4.2.2.1	Holzschutzmittel	853
13.4.2.2.2	Imprägnierverfahren	854
13.4.2.2.3	Umgang mit giftigen Holzschutzmitteln	855
13.4.2.3	Farbige Imprägnierungen und lasierende Anstriche	857
13.5	Pergolen	858
13.5.1	Konstruktionselemente	858
13.5.1.1	Stützen	858
13.5.1.2	Pfetten	858
13.5.1.3	Auflagehölzer/Lamellen	858

13.5.2	Konstruktionsformen	858
13.5.2.1	Auflagepergola	858
13.5.2.2	Rahmen- und Kassettenpergola	862
13.5.3	Pergolendetails	863
13.5.3.1	Pergolenfuß	863
13.5.3.2	Verbindung Pfosten – Pfette	863
13.5.3.2.1	Rundholzbauteile	863
13.5.3.2.2	Rundholzpfetten und Natursteinpfeiler	864
13.5.3.2.3	Kantholzbauteile	864
13.5.3.2.4	Pfettenbefestigung auf Pfeilern, Stahl- oder Betonpfosten und Mauern	864
13.5.3.2.5	Verbindung Pfette – Auflageholz	865
13.5.3.2.6	Stöße der Auflagehölzer	865
13.5.3.2.7	Änderung der Pfettenhöhe	866
13.6	Sichtschutzwände	866
13.6.1	Material	869
13.6.2	Füllungen von Sichtschutzwänden	869
13.6.2.1	Verbretterungen	869
13.6.2.2	Spaltbrettverflechtungen	869
13.6.2.3	Transparente Sichtschutzwände	869
13.6.2.4	Kunststoff-, Glas- und Rohrwände	869
13.7	Holzpalisaden	871
13.7.1	Material, Ausführung	871
13.7.2	Gründung	871
13.8	Hinweise zu Ausführung, Ausschreibung und Abrech- nung von Zimmerarbeiten nach DIN 18334 (Auszug)	873
13.8.1	Hinweise zur Ausführung	873
13.8.2	Hinweise zu Ausschreibung und Abrechnung	874
14	Metall	877
14.1	Benennung von Stahl und Eisen (Auszug)	877
14.2	Allgemeiner Baustahl nach DIN 17 100 EN 10 027, EN 10 027-2	879
14.2.1	Gütegruppen	879
14.2.2	Stahlkurzbezeichnungen	879
14.3	Profilstahl	879
14.3.1	Handelsgewichte	879
14.3.2	I-Träger nach DIN 1025	879
14.3.3	L-Stahl nach DIN 1029	879
14.3.4	U-Stahl nach DIN 1026	879
14.3.5	T-Stahl nach DIN 1024	881
14.3.6	Z-Stahl nach DIN 1027	881
14.3.7	Bandstahl nach DIN 1016 u. Flachstahl nach DIN 1017	883

14.3.8	Vierkant- und Rechteckrohre, ungenormt	883
14.3.9	Mannesmann Stahlbau-Hohlprofile (MSH-Profile)	885
14.3.10	Rund-, Quadrat- und Sechskantstahl	886
14.4	Nichteisenmetalle/Leichtmetalle	886
14.4.1	Vierkantstangen, Flachstangen	886
14.4.2	Leichtmetallprofile	887
14.5	Gußeisenhohlsäulen, rund (ungenormte Handelsgrößen)	887
14.6	Bleche	887
14.6.1	Stahl-, Kupfer- und Zinkblech	887
14.6.2	Stahlblechlagergrößen	887
14.7	Schrauben	888
14.7.1	Schraubentypen	888
14.7.2	Sechskantschrauben, Muttern, Unterlegscheiben	888
14.8	Stahl-Oberflächenschutz	889
14.8.1	Stahlanstriche	889
14.8.1.1	Ölfarbenanstriche	896
14.8.1.2	Anstrichmittel auf Rost	896
14.8.2	Feuerverzinken	896
15	Wasseranlagen	899
15.1	Allgemeines	899
15.2	Herstellung der Hohlkörper	899
15.3	Dichtung der Hohlkörper	899
15.3.1	Dichtungsbahnen	899
15.3.1.1	Regeln der Technik	899
15.3.1.2	Baustoffe	900
15.3.1.3	Herstellung	901
15.3.1.4	Abnahme, Abrechnung	904
15.3.2	Bitumendachbahnen	906
15.3.2.1	Regeln der Technik	906
15.3.2.2	Baustoffe	906
15.3.2.3	Herstellung	907
15.3.2.4	Abnahme, Abrechnung	907
15.3.3	Asphaltmastix	908
15.3.3.1	Regeln der Technik	908
15.3.3.2	Baustoffe	909
15.3.3.3	Herstellung	909
15.3.3.4	Abnahme, Abrechnung	909
15.3.4	Beton	910
15.3.4.1	Regeln der Technik	910
15.3.4.2	Baustoffe	910

15.3.4.3	Abnahme, Abrechnung	911
15.3.5	Stahlbeton-Fertigteilbecken	912
15.3.5.1	Regeln der Technik	912
15.3.5.2	Baustoffe	912
15.3.5.3	Abnahme, Abrechnung	912
15.3.6	Spritzbeton	912
15.3.6.1	Regeln der Technik	912
15.3.6.2	Baustoffe	912
15.3.6.3	Herstellung	913
15.3.6.4	Abnahme, Abrechnung	913
15.3.7	Sperrputz	913
15.3.7.1	Regeln der Technik	913
15.3.7.2	Baustoffe	913
15.3.7.3	Herstellung	913
15.3.7.4	Abnahme, Abrechnung	914
15.3.8	Ton	914
15.3.8.1	Regeln der Technik	914
15.3.8.2	Baustoffe	914
15.3.8.3	Herstellung	914
15.3.8.4	Abnahme, Abrechnung	915
15.3.9	Bentonitdichtungen	915
15.3.9.1	Regeln der Technik	915
15.3.9.2	Baustoffe	916
15.3.9.3	Herstellung	916
15.3.9.4	Abnahme, Abrechnung	919
15.3.10	Kunststoff- und Kunstharzbauteile	919
15.3.10.1	Regeln der Technik	919
15.3.10.2	Baustoffe	919
15.3.10.3	Herstellung	919
15.3.10.4	Abnahme, Abrechnung	919
15.3.11	Metalldichtungen	919
15.3.11.1	Regeln der Technik	919
15.3.11.2	Baustoffe	920
15.3.11.3	Herstellung	920
15.3.11.4	Abnahme, Abrechnung	920
15.4	Wasserzufluß, -abfluß, -bewegung, -beleuchtung	921
15.4.1	Wasserzufluß	921
15.4.1.1	Druckloser Zufluß	921
15.4.1.2	Druckwasserzufluß	922
15.4.1.3	Wasserspiele	924
15.4.2	Wasserabfluß	926
15.4.2.1	Bodenabläufe	926
15.4.2.2	Standrohrventile	926
15.4.2.3	Mönch	927
15.4.2.4	Überläufe	928
15.4.2.5	Überlaufrippen	928

15.4.2.6	Wehre	928
15.4.3	Wasserbeleuchtung	928
15.5	Einrichtung für Wasserpflanzen	930
15.6	Wassieranlagen im Druckwasserbereich	931
15.7	Schwimmbäder	931
15.8	Wasserreinigung	932
15.8.1	Mechanisch-Hydraulische Reinigung	932
15.8.2	Chemische Reinigung	932
15.8.3	Biologische Reinigung	932
Sachverzeichnis	933