



Inhaltsverzeichnis

Bauwesen -Taschenbuch

Herausgegeben von Nabil A. Fouad, Wilfried Zapke

ISBN (Buch): 978-3-446-41042-8

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-41042-8>

sowie im Buchhandel.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ingenieurmathematik</b> . . . . .	<b>9</b>
1.1	Symbole, Konstanten, Bezeichnungen . . . . .	9
1.2	Arithmetik . . . . .	12
1.2.1	Potenzen, Wurzeln und Logarithmen . . . . .	12
1.2.2	Binomische Formeln, Reihen . . . . .	13
1.2.3	Gleichungen, Ungleichungen, Polynome . . . . .	14
1.3	Geometrische Grundlagen . . . . .	15
1.3.1	Trigonometrie . . . . .	15
1.3.2	Hyperbelfunktionen . . . . .	16
1.3.3	Flächenberechnung . . . . .	17
1.3.4	Volumenberechnung . . . . .	18
1.4	Elementare analytische Geometrie . . . . .	18
1.4.1	Koordinatensysteme . . . . .	18
1.4.2	Punkte und Geraden . . . . .	20
1.4.3	Kegelschnittfunktionen . . . . .	20
1.5	Lineare Algebra . . . . .	21
1.5.1	Vektoren . . . . .	21
1.5.2	Matrizen . . . . .	23
1.5.3	Determinanten . . . . .	25
1.5.4	Lineare Gleichungssysteme . . . . .	26
1.5.5	Lösbarkeit linearer Gleichungssysteme . . . . .	28
1.6	Differenzialrechnung . . . . .	28
1.6.1	Grundlagen . . . . .	28
1.6.2	Ableitungsregeln . . . . .	29
1.6.3	Newton-Verfahren . . . . .	30
1.6.4	Taylorreihe . . . . .	31
1.7	Integralrechnung . . . . .	31
1.7.1	Grundlagen . . . . .	31
1.7.2	Integrationsregeln . . . . .	32
1.7.3	Geometrische Anwendungen . . . . .	33
1.7.4	Numerische Integration . . . . .	34
1.8	Gewöhnliche Differenzialgleichungen . . . . .	35
1.8.1	Begriffe und Definitionen . . . . .	35
1.8.2	Differenzialgleichungen 1. Ordnung . . . . .	36
1.8.3	Differenzialgleichungen 2. Ordnung . . . . .	38
1.9	Finanzmathematik . . . . .	38
1.9.1	Zinsrechnung . . . . .	38
1.9.2	Tilgungsrechnung . . . . .	39
1.9.3	Abschreibungsrechnung . . . . .	40

1.10	Statistik und Fehlerrechnung	41
1.10.1	Beschreibende Statistik	41
1.10.2	Fehlerrechnung	42
1.10.3	Regressions- und Korrelationsrechnung	43
1.11	Literatur	44

**2**

<b>2</b>	<b>Bauzeichnungen</b>	<b>47</b>
2.1	Projektionsarten	47
2.1.1	Draufsicht	48
2.1.2	Ansicht	49
2.1.3	Grundriss	49
2.1.3.1	Grundriss in der Objektplanung	49
2.1.3.2	Grundriss in der Tragwerksplanung	49
2.1.4	Schnitt	50
2.2	Arten der Bauzeichnungen und deren Inhalt	51
2.2.1	Objektplanung	51
2.2.1.1	Vorentwurfszeichnungen	51
2.2.1.2	Entwurfszeichnungen	52
2.2.1.3	Bauvorlagezeichnungen	53
2.2.1.4	Ausführungszeichnungen Werkzeichnungen („Werkpläne“)	53
2.2.1.5	Detail- und/oder Teilzeichnungen	55
2.2.1.6	Baubestandszeichnungen	55
2.2.2	Bauaufnahmezeichnungen (DIN 1356-6)	55
2.2.2.1	Informationsdichte	56
2.2.2.2	Bauschadenspläne	57
2.2.2.3	Benutzungspläne	58
2.2.3	Tragwerksplanung	58
2.2.3.1	Positionspläne	58
2.2.3.2	Schalpläne	58
2.2.3.3	Rohbauzeichnungen	58
2.2.3.4	Bewehrungszeichnungen	59
2.2.3.5	Fertigteildezeichnungen	59
2.2.3.6	Verlegezeichnungen	59
2.3	Begriffe und Darstellungshilfen	60
2.3.1	CAD	60
2.3.2	Steigung – Neigung – Winkel	60
2.3.3	Treppen	61
2.3.4	Maßstäbe	63
2.3.5	Linienarten	64
2.3.6	Schnittflächen	65
2.3.7	Bemaßung	65
2.3.7.1	Maßzahl	65
2.3.7.2	Maßlinie	65
2.3.7.3	Maßlinienbegrenzung	65
2.3.7.4	Maßhilfslinie	66
2.3.7.5	Maßanordnung	66
2.3.7.6	Maßeintragung	66
2.3.8	Blattgrößen	67
2.3.9	Faltungen	67

2.4 Normen..... 67  
 2.5 Literaturhinweise ..... 68

**3 Ingenieurvermessung ..... 71**

3.1 Allgemeine Grundlagen ..... 71  
 3.1.1 Vermessungsleistungen bei der Errichtung baulicher Anlagen ..... 71  
 3.1.2 Liegenschaftskataster und Geoinformationssysteme ..... 72  
 3.1.3 Lagebezugssysteme ..... 74  
 3.1.4 Höhenbezugssysteme ..... 77  
 3.1.5 SAPOS ..... 79  
 3.2 Koordinatenberechnungen ..... 80  
 3.2.1 Richtungswinkel und Strecke ..... 80  
 3.2.2 Polares Anhängen ..... 81  
 3.2.3 Höhe und Höhenfußpunkt ..... 82  
 3.2.4 Kleinpunkte ..... 82  
 3.2.5 Bogenschnitt ..... 83  
 3.2.6 Geradenschnitt ..... 84  
 3.2.7 Vorwärtsschnitt ..... 85  
 3.2.8 Rückwärtsschnitt ..... 86  
 3.2.9 Polygonzug ..... 87  
 3.2.10 Koordinatentransformation ..... 89  
 3.3 Lage- und Höhenmessungen ..... 90  
 3.3.1 Streckenmessung ..... 91  
 3.3.2 Winkelmessung ..... 94  
 3.3.3 Nivellement ..... 97  
 3.3.4 Trigonometrische Höhenbestimmung ..... 99  
 3.3.5 Freie Standpunktwahl ..... 101  
 3.4 Aufnahmeverfahren ..... 102  
 3.4.1 Einbindeverfahren ..... 102  
 3.4.2 Orthogonalverfahren ..... 102  
 3.4.3 Polarverfahren ..... 103  
 3.4.4 Tachymetrische Geländeaufnahme ..... 103  
 3.4.5 Laserscanning ..... 104  
 3.4.6 Sonstige 3D-Aufnahmeverfahren ..... 106  
 3.5 Absteckungen ..... 108  
 3.5.1 Höhenabsteckung ..... 108  
 3.5.2 Geradenabsteckung ..... 109  
 3.5.3 Gebäudeabsteckung ..... 109  
 3.5.4 Kreisbogenabsteckung ..... 110  
 3.5.5 Klothoidenabsteckung ..... 113  
 3.5.6 Aligment und Lotung ..... 115  
 3.5.7 Baumaschinensteuerung ..... 116  
 3.6 Baukontroll- und Überwachungsmessungen ..... 118  
 3.6.1 Baukontrollmessung ..... 118  
 3.6.2 Deformationsmessung ..... 118  
 3.6.3 Verfahren der Baukontroll- und Überwachungsmessungen ..... 120  
 3.7 Flächen- und Volumenbestimmungen..... 121  
 3.7.1 Flächenbestimmung ..... 121  
 3.7.2 Volumenbestimmung ..... 123  
 3.8 Literatur ..... 124

## 4

<b>Bauwirtschaft</b> .....	<b>129</b>
4.1 Bauprozess.....	129
4.1.1 Bauplanung – Ablauf und Beteiligte .....	129
4.1.1.1 Vorfeld der Planung .....	129
4.1.1.2 Vorentwurf .....	129
4.1.1.3 Entwurf .....	129
4.1.1.4 Baugesuch, Baugenehmigung .....	130
4.1.1.5 Ausführungsplanung .....	130
4.1.1.6 Weitere an der Planung Beteiligte .....	130
4.1.2 Bauausführung – Ablauf und Beteiligte .....	131
4.1.2.1 Angebotsphase .....	131
4.1.2.2 Arbeitsvorbereitung .....	132
4.1.2.3 Baustelleneinrichtung .....	132
4.1.2.4 Vorarbeiten .....	132
4.1.2.5 Controlling und Steuerung der Rohbauarbeiten und Ausbaugewerke .....	133
4.1.2.6 Weitere an der Bauausführung Beteiligte .....	133
4.1.3 Kostenermittlung im Hochbau .....	134
4.1.3.1 Kostenermittlung nach DIN 276 .....	134
4.1.3.2 Grundflächen und Rauminhalte nach DIN 277 .....	135
4.1.3.3 Nutzungskosten im Hochbau nach DIN 18 960 .....	135
4.2 Bauordnungsrecht.....	135
4.2.1 Gesetze auf Bundesebene .....	136
4.2.2 Vorschriften auf Länderebene .....	136
4.3 Bauvertragsrecht .....	137
4.3.1 Grundlagen des Werkvertragsrechts .....	137
4.3.2 Grundsätze des Vertragswesens .....	137
4.3.3 Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen .....	138
4.3.3.1 Gliederung der VOB .....	138
4.3.3.2 Bauvertrag nach VOB/B .....	138
4.3.4 Abnahme und Gewährleistung .....	139
4.3.4.1 Vertragsstrafe .....	139
4.3.4.2 Abnahme .....	139
4.3.4.3 Abrechnung und Zahlung .....	139
4.3.4.4 Mängelansprüche .....	140
4.3.4.5 Verjährungsfristen .....	140
4.3.5 Bauzeit und Behinderungen .....	140
4.3.5.1 Fristenlauf .....	140
4.3.5.2 Verpflichtung des Auftragnehmers zur rechtzeitigen Leistung .....	141
4.3.5.3 Mitwirkungspflicht des Auftraggebers .....	141
4.3.5.4 Erfüllung der Mitwirkungsverpflichtung durch Erfül- lungshelfen .....	141
4.3.5.5 Behinderungen .....	141
4.4 Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung.....	142
4.4.1 Vergabeverfahren nach VOB/A und EU-Richtlinien .....	142
4.4.2 Vergabe und Vertragsunterlagen .....	143
4.4.3 Aufmaß und Abrechnung .....	144
4.4.3.1 Aufmaß .....	144
4.4.3.2 Abrechnungsregeln nach VOB/C .....	144

4.5	Bauunternehmen .....	145
4.5.1	Unternehmer-Einsatzformen .....	145
4.5.1.1	Alleinunternehmer .....	145
4.5.1.2	Generalunternehmer (GU) .....	145
4.5.1.3	Generalübernehmer (GÜ) .....	146
4.5.1.4	Totalunternehmer (TU) .....	146
4.5.1.5	Baubetreuer .....	146
4.5.1.6	Bauträger .....	147
4.5.2	Kooperationsformen von Unternehmen .....	147
4.5.2.1	Gründe für eine ARGE-Bildung .....	147
4.5.2.2	Arbeitsgemeinschaft (ARGE) .....	147
4.5.2.3	Organe der ARGE .....	148
4.5.2.4	Zeitpunkt der ARGE-Bildung .....	148
4.5.2.5	Konsortium .....	148
4.6	Arbeitsvorbereitung .....	148
4.6.1	Ziele .....	148
4.6.2	Voraussetzungen für die Arbeitsvorbereitung .....	149
4.6.3	Aufgaben der Arbeitsvorbereitung .....	149
4.6.4	Bauablaufplanung .....	150
4.6.4.1	Grundgrößen der Bauablaufplanung .....	150
4.6.4.2	Datentabelle des Balkenplans .....	151
4.6.4.3	Mengenermittlung und Arbeitsverzeichnis .....	152
4.6.4.4	Konstruktion des Bauablaufplans .....	152
4.6.4.5	Beispiel Balkenplan: Hintereinanderfertigung .....	153
4.6.4.6	Beispiel Balkenplan: Taktfertigung .....	154
4.6.4.7	Darstellung des Bauablaufs .....	155
4.6.5	Baustelleneinrichtung .....	156
4.6.5.1	Elemente der Baustelleneinrichtung .....	156
4.6.5.2	Räumliche Zuordnung .....	156
4.6.6	Planung und Bemessung des Kraneinsatzes .....	157
4.6.6.1	Kranunabhängige Verfahren .....	157
4.6.6.2	Bemessung der erforderlichen Anzahl von Kränen .....	157
4.6.6.3	Einsatzplanung von Kränen .....	158
4.6.7	Betonpumpen und Verteiler .....	159
4.6.8	Leistungsberechnung der Erdbaugeräte .....	159
4.6.8.1	Baustoff Boden, Bodenzustände .....	160
4.6.8.2	Leistungsberechnung von Standbaggern .....	160
4.6.8.3	Leistungsberechnung von Transportfahrzeugen .....	161
4.6.8.4	Leistungsberechnung Grader .....	162
4.6.8.5	Leistungsberechnung von Verdichtungsgeräten .....	162
4.7	Baubetriebliches Rechnungswesen .....	163
4.7.1	Unternehmensrechnung .....	163
4.7.2	Baubetriebsrechnung .....	163
4.7.3	Bauauftragsrechnung .....	164
4.8	Kalkulation .....	165
4.8.1	Kostenarten .....	165
4.8.2	Gemeinkosten der Baustelle .....	166
4.8.3	Lohn- und Gehaltskosten, Mittelohn .....	166
4.8.3.1	Gliederung der Lohnkosten .....	166
4.8.3.2	Berechnung des Mittellohns .....	167

4.8.4	Gerätekosten .....	168
4.8.4.1	Verfahren der Gerätekostenermittlung .....	169
4.8.4.2	Gerätekostenermittlung gemäß BGL 2007 .....	170
4.8.4.3	Kostenanteile in den Gerätekosten der Baugeräteliste ...	171
4.8.4.4	Betriebsstoffkosten .....	171
4.8.4.5	Kostenansätze der Baugeräteliste BGL 2007 .....	171
4.8.4.6	Vorhaltekosten für Stillliegezeiten nach BGL 2007 .....	171
4.8.5	Kalkulationsverfahren .....	171
4.8.5.1	Kalkulation über die Angebotssumme .....	172
4.8.5.2	Kalkulationsverfahren mit vorbestimmten Zuschlägen ..	176
4.8.5.3	Vorgehensweise Variante 1 .....	176
4.8.5.4	Vorgehensweise Variante 2 .....	176
4.9	Literatur .....	177

**5**

<b>5</b>	<b>Geotechnik .....</b>	<b>181</b>
5.1	Bodenarten und Bodeneigenschaften .....	181
5.1.1	Bodenarten und -strukturen .....	181
5.1.2	Bodeneigenschaften und Klassifikation von Böden .....	182
5.2	Baugrunderkundung .....	187
5.2.1	Allgemeines .....	187
5.2.2	Bohrungen .....	188
5.2.3	Sondierungen .....	190
5.3	Wasser im Boden .....	191
5.3.1	Allgemeines .....	191
5.3.2	Strömungsdruck und hydraulischer Grundbruch .....	193
5.3.3	Wasserhaltung .....	194
5.3.3.1	Wasserzufluss zu einem Einzelbrunnen .....	194
5.3.3.2	Bemessung einer Mehrbrunnenanlage .....	195
5.3.3.3	Offene Grundwasserhaltung .....	197
5.4	Spannungen im Boden, Setzungsabschätzung .....	198
5.4.1	Allgemeines .....	198
5.4.2	Druckausbreitung im Boden .....	199
5.4.3	Sohlspannungsverteilung unter starren Fundamenten .....	201
5.4.4	Kompressibilität von Böden .....	202
5.4.5	Setzungsabschätzung .....	203
5.4.6	Konsolidierungstheorie .....	205
5.5	Scherfestigkeit von Böden .....	207
5.5.1	Schergesetze .....	207
5.5.2	Versuche zur Bestimmung der Scherparameter .....	209
5.6	Erddruckberechnung .....	211
5.6.1	Grundlagen .....	211
5.6.2	Aktiver und passiver Erddruck – Erddruckbeiwerte .....	212
5.6.3	Aktiver Erddruck aus begrenzten Flächenlasten .....	215
5.6.4	Sonderfälle der Erddruckermittlung .....	215
5.6.4.1	Gebrochene Geländeoberkante .....	215
5.6.4.2	Erddruckabschirmung .....	216
5.6.4.3	Gebrochene Wandoberfläche .....	216
5.6.4.4	Räumlicher Erddruck .....	216
5.6.5	Erddruckverteilung .....	217
5.6.6	Erhöhter Erddruck .....	218

5.7	Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau gemäß DIN 1054 .....	218
5.7.1	Grenzzustände .....	219
5.7.2	Bemessungssituationen und Teilsicherheitsbeiwerte .....	220
5.8	Bemessung von Flach- und Flächengründungen .....	222
5.8.1	Grundbruchnachweis .....	222
5.8.2	Gleitsicherheitsnachweis .....	223
5.8.3	Zulässige Ausmitte und Kippsicherheit .....	224
5.8.4	Sicherheit gegen Aufschwimmen und hydraulischen Grundbruch .....	226
5.8.5	Sohldruckverteilung unter Gründungsplatten .....	228
5.9	Bemessung von Pfahlgründungen .....	230
5.9.1	Allgemeines .....	230
5.9.2	Axial belastete Pfähle .....	230
5.9.2.1	Einzelpfähle .....	230
5.9.2.2	Negative Mantelreibung .....	233
5.9.2.3	Druckpfahlgruppen .....	234
5.9.2.4	Zugpfahlgruppen .....	235
5.9.3	Horizontal belastete Pfähle .....	236
5.10	Nachweis der Böschungs- und Geländebruchsicherheit .....	237
5.10.1	Allgemeines .....	237
5.10.2	Ebene Gleitflächen .....	238
5.10.2.1	Unendlich lange Böschung .....	238
5.10.2.2	Endliche Böschung .....	238
5.10.3	Kreisförmige Gleitflächen – Lamellenverfahren .....	239
5.10.4	Zusammengesetzte Bruchmechanismen – Blockgleitmethode .....	241
5.10.5	Berücksichtigung von Zuggliedern .....	242
5.11	Bemessung von Baugrubenverbauten .....	243
5.11.1	Allgemeines .....	243
5.11.2	Lastansätze und statische Systeme .....	244
5.11.3	Nachweise .....	246
5.11.3.1	Nachweis des Erdauflagers .....	246
5.11.3.2	Nachweis des Gleichgewichts der Vertikalkräfte .....	248
5.11.3.3	Horizontalkraftnachweis bei Trägerbohlwänden .....	249
5.11.3.4	Nachweise für Verankerungen .....	249
5.12	Literatur .....	250

**6 Bauphysik ..... 255**

6.1	Baulicher Wärmeschutz .....	255
6.1.1	Abgrenzung zum energiesparenden Wärmeschutz .....	255
6.1.2	Wärmeleitfähigkeit .....	256
6.1.3	Berechnungsgrundlagen .....	256
6.1.3.1	Überblick .....	256
6.1.3.2	Fouriersches Gesetz der Wärmeleitung .....	257
6.1.3.3	Stationäre Wärmeleitung in einem ebenen Bauteil .....	257
6.1.3.4	Stationärer Wärmeübergang Luft/Bauteil .....	257
6.1.3.5	Stationärer Wärmestrom .....	258
6.1.3.6	Wärmedurchlasswiderstand $R$ nichttransparenter Bauteile .....	260
6.1.3.7	Nachweis des winterlichen Wärmeschutzes von Bauteilen .....	261
6.1.3.8	Wärmedurchgangswiderstand $R_T$ nichttransparenter, beidseitig luftberührter Bauteile .....	262



---

6.1.3.9	Wärmedurchgangskoeffizient $U$ nichttransparenter, beidseitig luftberührter Bauteile .....	262
6.1.4	Wärmebrücken .....	263
6.1.4.1	Arten von Wärmebrücken .....	263
6.1.4.2	Berücksichtigung von Wärmebrücken beim Nachweis des baulichen Wärmeschutzes .....	264
6.1.5	Wärmedurchgangskoeffizient $U$ bei nebeneinander liegenden Bauteilabschnitten .....	265
6.1.6	Wärmedurchgangskoeffizient $U$ erdberührter Bauteile .....	265
6.1.7	Wärmedurchgangskoeffizient $U_w$ transparenter Bauteile .....	267
6.1.8	Luftdichtheit von Bauteilen und Gebäuden .....	267
6.1.9	Sommerlicher Wärmeschutz .....	269
6.2	Energiesparender Wärmeschutz .....	272
6.2.1	Einführung .....	272
6.2.2	Energetische Begriffe .....	272
6.2.3	Anforderungen der EnEV an zu errichtende Wohngebäude .....	274
6.2.4	Anforderungen des EEWärmeG an zu errichtende Wohngebäude ..	279
6.2.5	Berechnung nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 .....	280
6.2.6	Berechnung nach DIN V 18 599 .....	286
6.2.7	Energieausweis .....	288
6.3	Feuchteschutz .....	289
6.3.1	Einführung .....	289
6.3.2	Tauwasserausfall im Bauteilinnern .....	290
6.3.2.1	Feuchtetransport in porösen Baustoffen .....	290
6.3.2.2	Bauteile ohne rechnerischen Nachweis des Tauwasserschutzes .....	292
6.3.3	Kritische Oberflächenfeuchte von Bauteilen .....	296
6.3.3.1	Notwendigkeit des Nachweises .....	296
6.3.3.2	Anforderungen an Außenbauteile zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte .....	297
6.4	Bauwerksabdichtung .....	299
6.4.1	Zuordnung der Abdichtungsaufgaben .....	299
6.4.2	Abdichtungen gegen Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser .....	299
6.4.3	Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser .....	303
6.5	Akustik und Schallschutz .....	304
6.5.1	Warum Schalldämmung? .....	304
6.5.2	Schallwellen und Schallpegel .....	304
6.5.2.1	Merkmale von Schallwelle und Ausbreitungsmedium ...	305
6.5.2.2	Die Leistung von Schallquellen .....	306
6.5.2.3	Schalldruckpegel .....	307
6.5.2.4	Die Wirkung mehrerer Schallquellen .....	308
6.5.3	Schallwahrnehmung .....	309
6.5.4	Schallausbreitung im Freifeld .....	310
6.5.5	Schallausbreitung in Räumen .....	312
6.5.5.1	Schallabsorption .....	312
6.5.5.2	Der Schallpegel in einem Raum .....	313
6.5.5.3	Die Nachhallzeit .....	314
6.5.6	Schalldämmung .....	314
6.5.6.1	Luftschalldämmung .....	314

	6.5.6.2	Trittschalldämmung .....	317
	6.5.6.3	Maßnahmen zur Verbesserung der Schalldämmung ....	318
6.6		Brandschutz .....	319
	6.6.1	Grundlagen des Brandschutzes .....	319
	6.6.1.1	Schutzziele und Aufgaben des Brandschutzes .....	319
	6.6.1.2	Brandschutz in den Landesbauordnungen .....	319
	6.6.1.3	Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen .....	320
	6.6.1.4	Europäisches Klassifizierungskonzept .....	322
	6.6.2	Bauaufsichtliche Brandschutzanforderungen .....	324
	6.6.2.1	Gebäudeklassen .....	324
	6.6.2.2	Sonderbauten .....	325
	6.6.2.3	Baulicher Brandschutz .....	326
	6.6.2.4	Anlagentechnischer Brandschutz .....	331
	6.6.2.5	Organisatorischer Brandschutz .....	331
	6.6.2.6	Abwehrender Brandschutz .....	332
6.7		Beleuchtung .....	332
	6.7.1	Künstliche Beleuchtung .....	332
	6.7.1.1	Lichtstrom .....	334
	6.7.1.2	Lichtstärke .....	334
	6.7.1.3	Beleuchtungsstärke .....	335
	6.7.1.4	Leuchtdichte .....	335
	6.7.2	Beleuchtung mit Tageslicht .....	336
	6.7.2.1	Tageslichtquotient .....	336
	6.7.2.2	Mit Tageslicht versorgter Bereich .....	337
6.8		Literatur .....	338

**7 Statik – Festigkeitslehre ..... 347**

7.1		Einführung.....	347
	7.1.1	Allgemeines .....	347
	7.1.2	Kräfte und Momente .....	347
	7.1.3	Schnittprinzip .....	349
	7.1.4	Gleichgewicht .....	349
7.2		Statisch bestimmte Systeme .....	349
	7.2.1	Modellbildung und Auflagerbedingungen .....	349
	7.2.2	In der Ebene belastete Tragwerke .....	350
	7.2.2.1	Lagerreaktionen .....	350
	7.2.2.2	Alternative Lagerreaktionen .....	350
	7.2.2.3	Zwischenreaktionen .....	351
	7.2.2.4	Kraftzerlegung einer schräg angreifenden Einzellast ....	351
	7.2.2.5	Zusammenfassen von Streckenlasten .....	352
	7.2.3	Statisch bestimmte Lagerung .....	352
	7.2.4	Definition von Schnittufern und Schnittgrößen .....	353
	7.2.5	Das Schnittprinzip für ebene Systeme .....	354
	7.2.6	Auflagerreaktionen statisch bestimmter Systeme .....	354
	7.2.7	Mehrteilige Systeme .....	355
	7.2.8	Darstellung der Schnittgrößen als Zustandslinien .....	355
	7.2.9	Schnittgrößen an schrägen Stäben .....	356
	7.2.10	Differenzialbeziehungen der Schnittgrößen .....	357
	7.2.11	Balken auf zwei Stützen unter Gleichstreckenlast .....	358

7.3	Fachwerke und ideale Fachwerke .....	360
7.3.1	Voraussetzungen .....	360
7.3.2	Berechnung der Stabkräfte idealer Fachwerke .....	361
7.4	Kinematische Methoden und Polpläne .....	362
7.5	Prinzip der virtuellen Verschiebungen (P. d. v. V.) .....	366
7.6	Tragwerksverformungen .....	367
7.6.1	Allgemeines .....	367
7.6.2	Tragwerksverformungen mit dem Arbeitssatz .....	369
7.6.3	Biegelinien .....	371
7.7	Statisch unbestimmte Systeme .....	373
7.7.1	Allgemeines .....	373
7.7.2	Berechnungen mithilfe der Differenzialbeziehungen .....	374
7.7.3	Kraftgrößenverfahren .....	375
7.7.4	Weggrößenverfahren bzw. Drehwinkelverfahren .....	375
7.8	Räumliche Tragwerke .....	377
7.9	Festigkeitslehre .....	378
7.9.1	Allgemeines .....	378
7.9.2	Schnittgrößen am Balkenelement .....	379
7.9.3	Theorie der Balkenbiegung .....	380
7.9.4	Formänderungen und Verzerrungen .....	384
7.9.5	Werkstoffverhalten .....	386
7.9.6	Flächen- bzw. Querschnittswerte .....	388
7.9.7	Schubbeanspruchung aus Querkraft .....	392
7.9.8	Schubmittelpunkt .....	395
7.9.9	Torsionsschub .....	396
7.9.9.1	St.-Venantsche Torsion .....	397
7.9.9.2	Torsion dünnwandiger geschlossener Querschnitte .....	399
7.9.9.3	Torsion dünnwandiger offener Querschnitte .....	401
7.9.9.4	Wölbkrafttorsion .....	401
7.10	Literatur .....	402

**8**

<b>Lastannahmen – Einwirkungen .....</b>	<b>405</b>	
8.1	Einführung .....	405
8.2	Grundlagen der Tragwerksplanung .....	405
8.2.1	Allgemeines .....	405
8.2.2	Einwirkungen, Beanspruchungen .....	406
8.2.2.1	Einwirkungen .....	406
8.2.2.2	Charakteristische Werte von Einwirkungen .....	407
8.2.2.3	Bemessungswerte von Einwirkungen .....	407
8.2.2.4	Teilsicherheitsbeiwerte .....	409
8.2.3	Baustoffeigenschaften und geometrische Größen .....	409
8.2.3.1	Charakteristische Werte von Baustoffeigenschaften .....	409
8.2.3.2	Bemessungswerte der Baustoffeigenschaften .....	410
8.2.4	Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit .....	411
8.2.4.1	Lagesicherheit (EQU) .....	411
8.2.4.2	Versagen des Tragwerks oder des Bauteilquerschnittes (STR) .....	411
8.2.4.3	Bemessungssituationen im Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	411
8.2.5	Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit .....	413

8.3	Wichten und Eigenlasten .....	414
8.3.1	Begriffe .....	414
8.3.2	Zusammenhänge Wichte-Flächenlast-Streckenlast-Einzellast .....	415
8.3.3	Wichten und Flächenlasten von Baustoffen und Bauteilen .....	415
8.3.4	Wichten und Böschungswinkel ausgewählter Lagerstoffe .....	421
8.3.4.1	Baustoffe als Lagerstoffe .....	421
8.3.4.2	Gewerbliche und industrielle Lagerstoffe .....	422
8.3.5	Lastumrechnung bei geneigten Flächen .....	423
8.4	Nutzlasten für Hochbauten .....	423
8.4.1	Begriffe .....	424
8.4.2	Abgrenzung zwischen Eigenlast und Nutzlast .....	424
8.4.2.1	Berücksichtigung von Kies- und Bodenschüttungen auf Dächern und Decken .....	424
8.4.2.2	Berücksichtigung unbelasteter leichter Trennwände ....	424
8.4.3	Lotrechte Nutzlasten .....	426
8.4.3.1	Gleichmäßig verteilte Nutzlasten und Einzellasten für Decken, Balkone und Treppen .....	426
8.4.3.2	Gleichmäßig verteilte Nutzlasten und Einzellasten für Dächer .....	431
8.4.3.3	Gleichmäßig verteilte Nutzlasten für Parkhäuser und Flächen mit Fahrzeugverkehr .....	431
8.4.4	Horizontale Nutzlasten .....	432
8.5	Windlasten .....	433
8.5.1	Begriffe .....	434
8.5.2	Bemessungssituationen .....	434
8.5.3	Windeinwirkungen .....	435
8.5.4	Windgeschwindigkeit und Geschwindigkeitsdruck .....	436
8.5.4.1	Windzonen .....	436
8.5.4.2	Basisgeschwindigkeit und Basisgeschwindigkeitsdruck .	437
8.5.4.3	Geländekategorien .....	438
8.5.4.4	Ermittlung des Böen- bzw. Spitzengeschwindigkeits- druckes .....	438
8.5.4.5	Vereinfachtes Verfahren für Bauwerke bis 25 m Höhe ...	439
8.5.4.6	Gebäude über 25 m mit höhenabhängigem Geschwin- digkeitsdruck (Regelfall) .....	439
8.5.4.7	Genaue Erfassung der Bodenrauigkeit .....	440
8.5.5	Winddrücke auf Oberflächen bei nicht schwingungsanfälligen Kon- struktionen .....	441
8.5.6	Druckbeiwerte .....	442
8.5.6.1	Vertikale Wände von Gebäuden mit rechteckigem Grundriss .....	443
8.5.6.2	Flachdächer .....	446
8.5.6.3	Pulldächer .....	447
8.5.6.4	Satteldächer .....	449
8.6	Schneelasten .....	452
8.6.1	Schneelast auf dem Boden .....	453
8.6.2	Schneelast auf Dächern .....	454
8.6.2.1	Formbeiwerte für Dächer .....	455
8.6.2.2	Höhensprünge an Dächern .....	456
8.7	Normen .....	458
8.8	Literatur .....	458

<b>Mauerwerksbau</b> .....	<b>463</b>
9.1 Einführung.....	463
9.1.1 Allgemeines .....	463
9.1.2 Normen für die Bemessung und Ausführung von Mauerwerk .....	463
9.1.3 Anwendungshinweise und Normungsvorhaben .....	464
9.2 Baustoffliche Grundlagen.....	465
9.2.1 Künstliche Mauersteine .....	465
9.2.1.1 Format .....	465
9.2.1.2 Brandverhalten .....	465
9.2.1.3 Rohdichte- und Druckfestigkeitsklassen .....	466
9.2.1.4 Kennzeichnung .....	467
9.2.2 Mauermörtel .....	469
9.2.2.1 Zusammensetzung .....	469
9.2.2.2 Einteilung .....	469
9.2.2.3 Verwendung von Mauermörtel mit CE-Kennzeichnung .	470
9.2.2.4 Verwendung von Mauermörtel mit Überwachungszei- chen .....	471
9.2.2.5 Anforderungen an Mauermörtel .....	471
9.2.3 Mauerwerk aus künstlichen Mauersteinen .....	472
9.2.3.1 Charakteristische Druckfestigkeit und Werkstoffverhal- ten druckbeanspruchten Mauerwerks .....	473
9.2.3.2 Charakteristische Zug- und Biegezugfestigkeit des Mau- erwerks parallel zur Lagerfuge .....	475
9.2.3.3 Charakteristische Zug- und Biegezugfestigkeit des Mau- erwerks senkrecht zur Lagerfuge .....	476
9.2.3.4 Charakteristische Schubfestigkeit .....	476
9.2.3.5 Verformungskennwerte von Mauerwerk .....	480
9.2.4 Mauerwerk aus natürlichen Steinen .....	481
9.2.4.1 Einstufung .....	481
9.2.4.2 Gestein .....	481
9.2.4.3 Mauermörtel .....	482
9.2.4.4 Charakteristische Druckfestigkeit von Natursteinmauer- werk .....	482
9.2.4.5 Charakteristische Zug- und Biegezugfestigkeit .....	483
9.2.4.6 Schubfestigkeit von Natursteinmauerwerk .....	483
9.3 Bemessung von unbewehrten Mauerwerkswänden nach DIN 1053-100: 2007	483
9.3.1 Grundlagen und Voraussetzungen .....	483
9.3.1.1 Anwendungsbereich von DIN 1053-100: 2007 .....	483
9.3.1.2 Bautechnische Unterlagen .....	483
9.3.1.3 Genaueres und vereinfachtes Berechnungsverfahren ...	484
9.3.2 Sicherheitskonzept .....	485
9.3.2.1 Grundlagen und Nachweisprinzip .....	485
9.3.2.2 Einwirkungen .....	485
9.3.2.3 Tragwiderstände .....	486
9.3.3 Schnittgrößen, Formänderungen und Zwängungen .....	486
9.3.3.1 Grundlagen zur Ermittlung von Schnittgrößen .....	486
9.3.3.2 Berechnung der Schnittgrößen aus Lasten .....	492
9.3.3.3 Grundlagen der Berechnung von Formänderungen .....	500
9.3.3.4 Zwängungen .....	500

9.3.4	Räumliche Steifigkeit und Aussteifung von Gebäuden und Wänden	500
9.3.4.1	Räumliche Steifigkeit und Aussteifung von Gebäuden ...	500
9.3.4.2	Wandaussteifung und Knicklänge von Wänden .....	502
9.3.5	Bemessungsnachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (GZT) .....	506
9.3.5.1	Zentrische und exzentrische Druckbeanspruchung .....	506
9.3.5.2	Einzellasten und deren Ausbreitung in Mauerwerkswänden .....	510
9.3.5.3	Zug- und Biegezugtragfähigkeit von Mauerwerkswänden	513
9.3.5.4	Querkrafttragfähigkeit .....	513
9.3.5.5	Erddruckbeanspruchte Kellerwände .....	516
9.3.5.6	Bemessung von Natursteinmauerwerk .....	519
9.3.6	Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit .....	520
9.3.6.1	Allgemeines .....	520
9.3.6.2	Nachweis zulässiger Randdehnungen .....	520
9.4	Literatur .....	521

**10** **Beton- und Stahlbetonbau** ..... **525**

10.1	Einleitung .....	525
10.1.1	Allgemeines und Vorschriftenlage .....	525
10.1.2	Grundsätzliches zum Tragverhalten .....	526
10.2	Baustoffe .....	527
10.2.1	Beton .....	528
10.2.2	Betonstahl .....	530
10.3	Einwirkungen und Bemessungsschnittgrößen .....	532
10.3.1	Das Nachweiskonzept im Eurocode 2 .....	532
10.3.2	Verfahren zur Ermittlung von Schnittgrößen .....	533
10.3.3	Die Anwendung der Elastizitätstheorie am Beispiel erläutert .....	534
10.3.3.1	2-Feld-Unterzug: System und Belastung .....	534
10.3.3.2	Schnittgrößen infolge charakteristischer Einwirkungen .	535
10.3.3.3	Bemessungsschnittgrößen des 2-Feld-Unterzuges .....	535
10.3.3.4	Bemessungsschnittgrößen der durchlaufenden Platte ..	539
10.3.4	Elastizitätstheorie mit begrenzter Momentenumlagerung .....	540
10.4	Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) .....	541
10.4.1	Biegung mit Normalkraft .....	542
10.4.1.1	Das Tragmodell .....	542
10.4.1.2	Bemessungsformeln für die rechteckige Betondruckzone .....	544
10.4.1.3	Bemessung für eine beliebige, nicht rechteckige Betondruckzone .....	547
10.4.1.4	Ergänzende Betrachtungen für den Plattenbalken .....	547
10.4.1.5	Bemessungsbeispiele .....	548
10.4.2	Querkraft .....	558
10.4.2.1	Bauteile ohne rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung .....	558
10.4.2.2	Bauteile mit rechnerisch erforderlicher Querkraftbewehrung .....	560
10.4.2.3	Detailbetrachtung für ein Endauflager .....	562
10.4.2.4	Bemessungsbeispiele .....	563
10.4.3	Stützen (Betondruckglieder) .....	567
10.4.3.1	Bemessung mit Interaktionsdiagrammen .....	567

	10.4.3.2	Berücksichtigung von Tragwerksverformungen .....	570
	10.4.3.3	Bemessungsbeispiele .....	574
10.5		Bemessung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) .....	579
	10.5.1	Allgemeines .....	579
	10.5.2	Begrenzung der Rissbreite .....	580
	10.5.2.1	Anforderungsprofil nach EC 2 .....	580
	10.5.2.2	Die Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite ..	582
	10.5.2.3	Der Wirkungsbereich der rissverteilenden Bewehrung ..	582
	10.5.2.4	Nachweis der Beschränkung der Rissbreite bei Zwangsbeanspruchung .....	583
	10.5.2.5	Nachweis der Beschränkung der Rissbreite bei äußeren Einwirkungen .....	583
	10.5.2.6	Bemessungsbeispiele .....	583
	10.5.3	Durchbiegung .....	587
	10.5.3.1	Begrenzung der Biegeschlankheiten .....	587
	10.5.3.2	Bemessungsbeispiel .....	588
10.6		Konstruktionsregeln .....	589
	10.6.1	Dauerhaftigkeit .....	589
	10.6.2	Verankerung von Betonstahl .....	591
	10.6.2.1	Der Verbund zwischen Stahl und Beton .....	591
	10.6.2.2	Das Grundmaß der Verankerungslänge $l_{b,rqd}$ .....	592
	10.6.2.3	Bügel und Querkraftbewehrung .....	592
	10.6.3	Konstruktionsregeln für einzelne Bauteile .....	593
	10.6.3.1	Balken und Plattenbalken .....	593
	10.6.3.2	Platten .....	594
	10.6.3.3	Stützen .....	595
	10.6.3.4	Bemessungsbeispiel .....	595
10.7		Bewehrungskonstruktion am Durchlaufträger .....	596
	10.7.1	System und Bemessungsschnittgrößen .....	596
	10.7.2	Konstruktion der Längsbewehrung mit Zugkraftdeckung .....	597
	10.7.3	Konstruktion der Bügelbewehrung mit Schubkraftdeckung .....	598
10.8		Literatur .....	600

**11 Stahlbau ..... 603**

11.1		Einleitung .....	603
	11.1.1	Zugrunde liegende Normen .....	603
	11.1.2	Definitionen und Bezeichnungen .....	604
	11.1.3	Der Werkstoff Stahl .....	606
	11.1.3.1	Einführung .....	606
	11.1.3.2	Herstellung von Baustahl .....	607
	11.1.3.3	Feinkornstahl .....	609
	11.1.3.4	Schweißeignung .....	610
	11.1.3.5	Stähle im Bauwesen .....	610
	11.1.3.6	Werkstoff-Nummern .....	612
	11.1.3.7	Neue Stahl-Bezeichnung nach EN 10 027 .....	614
	11.1.3.8	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen	616
	11.1.4	Sicherheitskonzept und Sicherheitswerte, Einwirkungskombinationen .....	616
	11.1.4.1	Sicherheitskonzept .....	616
	11.1.4.2	Einwirkungskombinationen .....	619
	11.1.5	Erforderliche Nachweise .....	620

11.2	Nachweis der Querschnittstragfähigkeit .....	623
11.2.1	Übersicht zu den möglichen Berechnungsverfahren .....	623
11.2.2	Querschnittsklassen .....	624
11.2.3	Einzel- und Interaktionsnachweise .....	632
11.3	Stabilität .....	638
11.3.1	Einführung .....	638
11.3.1.1	Versagensarten .....	638
11.3.1.2	Imperfektionen .....	638
11.3.2	Knicklängenbeiwerte .....	643
11.3.3	Stabilität von einteiligen Stäben .....	649
11.3.3.1	Vorbemessung .....	649
11.3.3.2	Nachweis mittels Ersatzstabverfahren .....	649
11.4	Verbindungsmittel .....	655
11.4.1	Überblick .....	655
11.4.2	Schweißverbindungen .....	657
11.4.2.1	Überblick .....	657
11.4.2.2	Konstruktive Regeln .....	659
11.4.2.3	Nachweise .....	662
11.4.3	Schraubverbindungen .....	665
11.4.3.1	Überblick .....	665
11.4.3.2	Beanspruchungen in den Schraubenverbindungen .....	668
11.4.3.3	Beanspruchbarkeit und Nachweise .....	676
11.4.4	Sonstige Verbindungen .....	681
11.5	Konstruktionen .....	682
11.5.1	Zeichnerische Darstellung .....	682
11.5.2	Typisierte Verbindungen .....	687
11.5.3	Rippenlose Krafteinleitung .....	687
11.5.4	Stöße .....	690
11.5.5	Stützenfüße .....	690
11.6	Schutz von Stahlkonstruktionen .....	692
11.6.1	Korrosionsschutz .....	692
11.6.2	Brandschutz .....	696
11.6.2.1	Einleitung .....	696
11.6.2.2	Grundlagen .....	696
11.6.2.3	Eigenschaften des Stahls bei erhöhter Temperatur .....	700
11.6.2.4	Schutzmöglichkeiten .....	702
11.7	Literatur .....	706

**12 Holzbau .....** **711**

12.1	Allgemeines .....	711
12.1.1	Regelwerke .....	711
12.1.2	Begriffsdefinitionen/Formelzeichen .....	711
12.1.2.1	Geometrie .....	712
12.1.2.2	Beiwerte .....	712
12.1.2.3	Festigkeiten .....	713
12.1.2.4	Steifigkeiten .....	713
12.1.2.5	Beanspruchungen und Einwirkungen .....	714
12.1.2.6	Nachweise in Grenzzuständen der Tragfähigkeit .....	715
12.1.2.7	Nachweise in Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit .....	715



	12.1.2.8	Verbindungsmitel	716
	12.1.2.9	Abkürzungen im Holzbau	717
12.2		Grundlagen	717
	12.2.1	Einwirkungen	717
	12.2.1.1	Einwirkungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit	717
	12.2.1.2	Einwirkungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	718
	12.2.2	Widerstände (Tragfähigkeiten)	718
	12.2.3	Teilsicherheitsbeiwerte $\gamma_M$ für Festigkeitseigenschaften in ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen	719
	12.2.4	Definition der Nutzungsklassen (NKL)	719
	12.2.5	Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED)	720
	12.2.6	Rechenwerte für die Modifikationsbeiwerte $k_{mod}$	721
	12.2.7	Besonderheit im Holzbau	722
12.3		Baustoffeigenschaften	723
	12.3.1	Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für Vollholz (Nadel- und Laubholz)	724
	12.3.2	Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für Brettschichtholz	725
	12.3.3	Quell- und Schwindmaß von Holz und Holzwerkstoffen	726
12.4		Grundlagen für Berechnung und Bemessung	727
	12.4.1	Mindest- und Maximalabmessungen der Querschnitte	727
	12.4.2	Querschnittsschwächungen	728
	12.4.3	Nachweisformate	728
	12.4.3.1	Nachweisformat im Grenzzustand der Tragfähigkeit GZT	728
	12.4.3.2	Nachweisformat im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit GZG	728
12.5		Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit	729
	12.5.1	Einfache Querschnittsnachweise	729
	12.5.1.1	Zug in Faserrichtung	729
	12.5.1.2	Druck in Faserrichtung ( $\alpha = 0^\circ$ )	730
	12.5.1.3	Druck rechtwinklig zur Faserrichtung ( $\alpha = 90^\circ$ )	731
	12.5.1.4	Biegung	732
	12.5.1.5	Schub	733
	12.5.2	Querschnittsnachweise unter Spannungskombination	735
	12.5.2.1	Druck unter einem Winkel $\alpha$ zur Faserrichtung ( $\alpha \neq 0^\circ$ )	736
	12.5.2.2	Biegung und Zug	738
	12.5.2.3	Biegung und Druck	738
	12.5.3	Nachweis für Stäbe nach dem Ersatzstabverfahren	738
	12.5.4	Biegeknicken von Druckstäben	738
	12.5.5	Biegedrillknicken von Biegestäben	743
12.6		Nachweise der Gebrauchstauglichkeit	746
	12.6.1	Verformungsnachweis	746
	12.6.2	Rechenwerte für die Verformungsbeiwerte $k_{def}$ für Baustoffe und ihre Verbindungen bei ständiger und quasi-ständiger Lasteinwirkung	747
	12.6.3	Durchbiegung im Anfangszustand	747
	12.6.4	Durchbiegung im Endzustand	747
	12.6.5	Grenzwerte für Durchbiegungen	748
	12.6.6	Schwingungsnachweis	749

12.7	Stiftförmige Verbindungsmittel .....	750
12.7.1	Allgemeines .....	750
12.7.1.1	Definition von Einbindetiefen und Schnittigkeit .....	750
12.7.1.2	Abstände stiftförmiger Verbindungsmittel .....	751
12.7.2	Tragfähigkeit stiftförmiger Verbindungsmittel bei Beanspruchung senkrecht zur Stiftachse (Abscheren) .....	751
12.7.2.1	Nagelverbindungen .....	752
12.7.2.2	Stabdübel- und Passbolzenverbindungen .....	759
12.7.2.3	Holzschraubenverbindungen .....	766
12.7.3	Tragfähigkeit stiftförmiger Verbindungsmittel bei Beanspruchung in Richtung der Stiftachse (Beanspruchung auf Herausziehen) .....	766
12.7.3.1	Nagelverbindungen .....	766
12.7.3.2	Schrauben .....	768
12.7.4	Tragfähigkeit stiftförmiger Verbindungsmittel bei kombinierter Beanspruchung .....	771
12.8	Normen.....	771

**13 Glasbau ..... 775**

13.1	Einleitung.....	775
13.2	Bezeichnungen.....	775
13.3	Eigenschaften .....	779
13.4	Sicherheitskonzept/Bauaufsichtliche Gesichtspunkte .....	783
13.4.1	Rechnerische Gewährleistung ausreichender Sicherheit .....	783
13.4.2	Konstruktive Anforderungen .....	785
13.4.3	Genehmigungsverfahren .....	786
13.5	Berechnung/Bemessung.....	787
13.6	Experimentelle Untersuchungen .....	794
13.7	Konstruktive Durchbildung .....	796
13.7.1	Allgemeines .....	796
13.7.2	Lagerung von Glaselementen .....	797
13.7.3	Verbindungen .....	798
13.7.4	Resttragfähigkeit .....	798
13.8	Überwachung und Kontrollen.....	799
13.9	Literatur- und Normenverzeichnis .....	800

**14 Wasserwirtschaft ..... 805**

14.1	Wasserwirtschaft .....	805
14.1.1	Grundlagen .....	805
14.1.2	Gewässerökologie .....	812
14.1.3	Grundwasser .....	816
14.2	Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik .....	820
14.2.1	Abwassertechnik .....	820
14.2.2	Wasserversorgung .....	835
14.2.3	Abfallwirtschaft .....	843
14.3	Wasserbau und Küsteningenieurwesen .....	850
14.3.1	Wasserbau und Verkehrswasserbau .....	850
14.3.2	Küsteningenieurwesen .....	854
14.3.3	Energiewasserbau .....	865
14.4	Strömung in Hydrosystemen .....	867
14.5	Literatur .....	873

<b>15</b>	<b>Straßenbau</b> .....	<b>879</b>
15.1	Straßenentwurf .....	879
15.1.1	Grundlagen und Netzgestaltung .....	879
15.1.2	Stadtstraßen .....	880
15.1.2.1	Planungsgrundlagen und Methodik .....	880
15.1.2.2	Knotenpunkte .....	883
15.1.2.3	Trassierungsgrundsätze .....	883
15.1.2.4	Nutzungsansprüche .....	886
15.1.2.5	Fahrbahnbreiten .....	886
15.1.2.6	Wendeanlagen .....	887
15.1.2.7	Park- und Ladeflächen im Straßenraum .....	888
15.1.2.8	Maßnahmen zur Geschwindigkeitsdämpfung .....	890
15.1.3	Landstraßen .....	892
15.1.3.1	Entwurfsklassen und Gestaltungsmerkmale .....	892
15.1.3.2	Linienführung .....	895
15.1.3.3	Straßenflächengestaltung .....	897
15.1.3.4	Fahrbahnverbreiterungen und Fahrbahnaufweitungen .	899
15.1.3.5	Sichtweiten .....	900
15.1.4	Autobahnen .....	901
15.1.4.1	Allgemeines .....	901
15.1.4.2	Querschnitte .....	902
15.1.4.3	Entwurfselemente der freien Strecke .....	903
15.1.4.4	Knotenpunktsysteme .....	905
15.1.4.5	Rampen .....	905
15.2	Straßenbautechnik .....	908
15.2.1	Standardisierung des Oberbaues .....	908
15.2.1.1	Minstdicke des frostsicheren Oberbaues .....	911
15.2.1.2	Festlegung der Belastungsklasse .....	914
15.2.2	Asphaltbauweise .....	920
15.2.3	Erhaltung von Verkehrsflächen .....	926
15.3	Literatur .....	929
<b>16</b>	<b>Schiienenverkehrswesen</b> .....	<b>933</b>
16.1	Gesetze und Regelwerke .....	933
16.1.1	Bundesgesetzgebung .....	933
16.1.2	Rechtsverordnungen .....	934
16.1.3	Richtlinien .....	935
16.1.3.1	Richtlinien für bundeseigene Eisenbahnen (Deutschen Bahn AG) .....	935
16.1.3.2	Richtlinien für nichtbundeseigene Eisenbahnen (NE- Bahnen) .....	935
16.2	Trassierung .....	936
16.2.1	Allgemeine Grundlagen .....	936
16.2.1.1	Grundlagen der Trassierung .....	936
16.2.1.2	Trassierungspläne .....	936
16.2.1.3	Trassierungselemente in Lage- und Höhenplan .....	937
16.2.2	Längsneigungen .....	937
16.2.2.1	Neigung auf freier Strecke .....	938
16.2.2.2	Neigung der Bahnhofsgleise .....	938
16.2.3	Gleisbögen .....	938

16.2.4	Überhöhung .....	938
16.2.4.1	Ausgleichende Überhöhung und Überhöhungsfehlbe- trag .....	938
16.2.4.2	Mindestüberhöhung .....	939
16.2.4.3	Regelüberhöhung .....	940
16.2.4.4	Zulässige Überhöhung .....	940
16.2.5	Übergangsbögen .....	940
16.2.6	Überhöhungsrampe .....	941
16.2.7	Gleisverziehung .....	941
16.2.8	Querschnittsgestaltung .....	941
16.2.8.1	Lichtraumprofil .....	941
16.2.8.2	Gleisabstände .....	941
16.2.8.3	Planum .....	942
16.2.8.4	Streckenquerschnitte .....	942
16.2.9	Zulässige Geschwindigkeiten .....	942
16.2.9.1	Bemessungsgeschwindigkeiten .....	942
16.2.9.2	Fliehkraftkriterium .....	943
16.2.9.3	Ruckkriterium .....	943
16.3	Rad-Schiene-Kontakt .....	943
16.3.1	Grundlagen .....	943
16.3.2	Spurführung .....	944
16.3.3	Kräfte im Rad-Schiene-Kontakt .....	945
16.3.3.1	Klassifizierung der Kräfte nach ihrer Einwirkdauer .....	945
16.3.3.2	Kräfte in vertikaler Richtung ( $z$ -Richtung) .....	945
16.3.3.3	Kräfte in lateraler Richtung ( $y$ -Richtung) .....	945
16.3.3.4	Kräfte in longitudinaler Richtung ( $x$ -Richtung) .....	946
16.4	Aufbau und Begriffe Schienenfahrweg .....	946
16.5	Erdbau .....	946
16.5.1	Lastannahmen .....	947
16.5.2	Bemessung .....	947
16.5.3	Erdkörper .....	947
16.5.4	Schutzschichten .....	947
16.6	Oberbau .....	948
16.6.1	Historische Entwicklung .....	948
16.6.2	Oberbaukonstruktionen .....	949
16.6.3	Schiene .....	950
16.6.4	Schwelle .....	951
16.6.5	Schienenauflagerung .....	952
16.6.6	Bettung .....	952
16.7	Gleisverbindungen .....	953
16.7.1	Geometrie .....	954
16.7.2	Die einfache Weiche .....	954
16.7.3	Die Bogenweiche .....	956
16.7.4	Kreuzungen und Kreuzungsweichen .....	956
16.7.5	Weichenbezeichnung .....	957
16.7.6	Hinweise zum Einbau von Weichen .....	957
16.8	Oberbauinstandhaltung .....	957
16.8.1	Instandhaltungsstrategien .....	958
16.8.2	Wartung .....	959
16.8.3	Inspektion .....	959

16.8.4	Instandsetzung .....	960
16.8.4.1	Durcharbeitung .....	960
16.8.4.2	Gleisumbau .....	960
16.8.4.3	Bettungsreinigung .....	960
16.9	Literatur .....	961

<b>17</b>	<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>963</b>
-----------	----------------------------------	------------