



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Bautechnik

Bautechnik

**Fachkunde
für**

**Maurer/Maurerinnen,
Beton- und Stahlbetonbauer/
Beton- und Stahlbetonbauerinnen,
Zimmerer/Zimmerinnen und
Bauzeichner/Bauzeichnerinnen**

18., überarbeitete Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und von Ingenieuren
Lektorat: Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Nutsch

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsseldorfer Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 40222

Autoren der Fachkunde Bau:

Ballay, Falk	Dipl.-Gewerbelehrer	Dresden
Braun, Alexander	M.-Eng. Studienrat	Kottweiler-Schwanden
Hein, Stefan	Dipl.-Ing.	Kernen im Remstal
Hellmuth, Michael	Dipl.-Ing. Studiendirektor	Kützbrunn
Krieg, Mathias	Dipl.-Ing. Architekt	Freiburg
Kuhn, Volker	Dipl.-Ing., Architekt	Höpfingen
Lindau, Doreen	Dipl.-Ing. Studienrätin	Braunschweig
Nutsch, Wolfgang	Dipl.-Ing. Studiendirektor a.D.	Leinfelden
Stemmler, Christian	Dipl.-Gewerbelehrer	Wertheim
Traub, Martin	Oberstudienrat a.D.	Essen
Uhr, Ulrich	Dipl.-Ing.	Rheinfelden
Vogel, Volker	Magister LBS, Oberstudienrat	Kassel
Waibel, Helmuth	Bauingenieur	Biberach
Weiß, Sonja	Dipl.-Ing. Architektin	Braunschweig

Leitung des Arbeitskreises:

Nutsch, Wolfgang, Dipl.-Ing.

Bildbearbeitung:

Verlag Europa-Lehrmittel, Zeichenbüro, Ostfildern

Fotonachweis zum Titelbild:

Lager- und Bürogebäude – Firma Kucera, Link-Architekten, 74731 Walldürn

18. Auflage 2020

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

Autoren und Verlag können für Fehler im Text oder in Abbildungen im vorliegenden Buch nicht haftbar gemacht werden.

ISBN 978-3-8085-4484-6

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2020 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Umschlaggestaltung: Blick Kick Kreativ KG, 42699 Solingen
Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

Vorwort

Die Fachkunde Bau befasst sich mit dem sehr umfangreichen Fachwissen für die Hoch- und Tiefbauberufe und auch der Ausbauberufe. Anfangs sind es die Bereiche der Betriebsplanung, des Baubetriebs, der Baugründung und Vermessung. Alle die die Bauberufe betreffenden Baustoffe werden umfassend in einem besonderen Kapitel behandelt. Der Mauerwerksbau, Schalungsbau, Betonbau, Stahlbetonbau, Holzbau, Stahlbau, der Straßenbau und die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sind die großen Hauptkapitel des Buches. Im Besonderen werden hier die Themen Bautenschutz, Treppenbau, Dachkonstruktionen und Dachdeckungen, Abgasanlagen, Schornsteinbau usw. abgehandelt. Beim Thema Ausbau befasst sich das Buch mit der Sanitär-Heizungs- und Raumluftechnik, der Elektroinstallation, dem Fliesen- und Plattenbau, dem Estrich- und Bodeneinbau, dem Trockenbau und den Bautischlerarbeiten. Eine kurze Stilgeschichte von der Antike bis zu den Bauten der Gegenwart rundet das Fachwissen für die Bauberufe ganz allgemein ab.

In dieser überarbeiteten 18. Auflage der Fachkunde Bau sind Normenänderungen, Berichtigungen und Ergänzungen vorgenommen worden. Bei den Hochbauberufen wurde der Modulbau und bei den Tiefbauberufen der Radwegbau zum Beispiel neu aufgenommen.

Die 18. Auflage der Fachkunde Bau hat nun ein anderes Layout bekommen und wurde auch neu gegliedert. Die Gliederung entspricht dem Erleben eines Berufsanfängers, der zum ersten Mal ein Baubüro oder eine Baustelle betritt. Er erfährt und sieht nun beim praktischen Handeln auf der Baustelle, wie das im Fachbuch erworbene theoretische Wissen umgesetzt wird, oder auch umgekehrt.

Die Fachkunde Bau ist durch die leicht verständlichen Texte und anschaulichen Bilder und Grafiken nicht nur hervorragend für den Unterricht an Berufsschulen geeignet, sondern durch die sehr genauen konstruktiven Details auch für die überbetriebliche Ausbildung sowie für Meister und Technikerschulen. Besonders für die Vorbereitung auf ein bautechnisches Studium und darüber hinaus studien- und auch berufsbegleitend wird die Fachkunde Bau eine wertvolle Hilfe sein. Ein sehr ausführliches Sachwortverzeichnis macht die Fachkunde hierbei immer zu einem nützlichen Nachschlagewerk.

Autoren und Verlag sind allen Benutzern des Buches für kritische Hinweise und für Anregungen dankbar. Sie können dafür die E-Mail-Adresse lektorat@europa-lehrmittel.de nutzen.

Leinfelden, Sommer 2020

Wolfgang Nutsch

Inhaltsverzeichnis

1	Bauwirtschaft	
1.1	Baugewerbe	13
1.2	Bauberufe	14
1.2.1	Rohbauberufe	14
1.2.2	Tiefbauberufe	14
1.2.3	Ausbauberufe	15
1.3	Zusammenwirken der Bauberufe	15
1.4	Ausbildung in der Bautechnik	16
2	Bauplanung	
2.1	Arten der Bauplanung	17
2.2	Grundlagen der Bauplanung	17
2.2.1	Baurechtliche Grundlagen	17
2.2.1.1	Baugesetzbuch (BauGB)	18
2.2.1.2	Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke	18
2.2.1.3	Umweltschutzgesetze	19
2.2.1.4	Bauordnungen der Länder	19
2.2.1.5	Flächennutzungsplan (FNP)	21
2.2.1.6	Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen	21
2.2.1.7	Bebauungsplan	22
2.2.1.8	Veränderungssperre, Zurückstellung von Baugesuchen	22
2.2.2	Technische Grundlagen	23
2.2.2.1	Technische Vorschriften, Ausführungsverordnungen, Richtlinien	24
2.2.2.2	DIN-Normen, Vergabeordnungen	24
2.2.2.3	Merkblätter, Hinweise, Prüfzeugnisse	24
2.3	Phasen der Bauplanung mit Baudurchführung	24
2.4	Baugenehmigungsverfahren	26
2.5	Planmaßstäbe	27
2.6	Baukostenplanung	27
2.7	Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung von Bauleistungen (AVA)	28
2.7.1	Ausschreibung und Vergabe	29
2.7.1.1	Arten der Ausschreibung und Vergabe	30
2.7.1.2	Arten der Bauverträge	31
2.7.2	Abrechnung	31
3	Baubetrieb	
3.1	Arbeitsvorbereitung	32
3.1.1	Bauverfahren	32
3.1.2	Bauzeit	33
3.1.2.1	Ermittlung der Bauzeit	33
3.1.2.2	Darstellung der Bauzeit	34
3.1.3	Baustelleneinrichtung	35
3.1.3.1	Planung der Baustelleneinrichtung	35
3.1.3.2	Erschließung der Baustelle	36
3.1.3.3	Verkehrssicherung der Baustelle	36
3.1.3.4	Fördergeräte und Hebezeuge	39
3.1.3.5	Unterkünfte und Magazine	40
3.1.3.6	Lager- und Werkflächen	42
3.1.3.7	Baustoffrecycling	43
3.2	Überwachung der Bauausführung	44
3.2.1	Berichtswesen	44
3.2.1.1	Bautagebuch	44
3.2.1.2	Leistungsmeldung	45
3.2.2	Baukontrolle	45
3.3	Sicherheitstechnik	46
3.3.1	Unfallverhütung	46
3.3.2	Verhalten bei Unfällen	47
3.4	Gerüste	47
3.4.1	Schutzgerüste	48
3.4.1.1	Fanggerüste	48
3.4.1.2	Dachfanggerüste	48
3.4.1.3	Schutzdächer	49
3.4.2	Arbeitsgerüste	49
3.4.2.1	Gerüstbauteile	50
3.4.2.2	Gerüstarten	52
3.4.2.3	Auf- und Abbau von Gerüsten	55
3.5	Bauvermessung	56
3.5.1	Abstecken von Punkten	56
3.5.1.1	Bezeichnen von Punkten im Gelände	56
3.5.1.2	Fluchten	56
3.5.2	Längenmessung	57
3.5.3	Winkelmessung	59
3.5.3.1	Abstecken von rechten Winkeln mit Längenmesszeugen	59
3.5.3.2	Abstecken rechter Winkel mit Kreuzscheibe und Winkelprisma	60
3.5.3.3	Abstecken beliebig großer Winkel	60
3.5.4	Höhenmessung	61
3.5.5	Bauvermessung mit Laser-Instrumenten	64
3.5.6	Aufnahme von Längs- und Querprofilen	66
3.5.6.1	Aufnahme von Längsprofilen	66
3.5.6.2	Aufnahme von Querprofilen	67
3.5.7	Bauabsteckung	67
3.5.8	Schnurgerüst	67
3.6	Elektrische Anlagen und Geräte auf Baustellen	70
4	Baustoffe	
4.1	Natürliche Bausteine	71
4.1.1	Entstehung der Natursteine	71
4.1.2	Natursteinarten	72
4.1.2.1	Erstarrungsgesteine	72
4.1.2.2	Ablagerungsgesteine	73
4.1.2.3	Umwandlungsgesteine	73
4.1.2.4	Zusammensetzung der Natursteine	73
4.1.2.5	Eigenschaften der Natursteine	74
4.2	Industriell hergestellte Steine	75
4.2.1	Gebraunte Steine	75
4.2.1.1	Mauerziegel als Voll- und Hochlochziegel	75
4.2.1.2	Wärmedämmziegel und Hochlochziegel	77
4.2.1.3	Planziegel	77
4.2.1.4	Vormauerziegel	77

4.2.1.5	Klinker und Keramikklinker	77	4.5.6.2	Größtkorn	112
4.2.1.6	Sonderziegel	78	4.5.6.3	Mehlkorngehalt	112
4.2.1.7	Steingut	78	4.6	Zugabewasser	112
4.2.1.8	Steinzeug	79	4.7	Betonzusätze	113
4.2.1.9	Feuerton	79	4.7.1	Betonzusatzmittel	113
4.2.2	Ungebrannte Steine	79	4.7.1.1	Betonverflüssiger (BV)	113
4.2.2.1	Kalksandsteine	80	4.7.1.2	Luftporenbildner (LP)	114
4.2.2.2	Normalbetonsteine	82	4.7.1.3	Verzögerer (VZ)	114
4.2.2.3	Leichtbetonsteine	83	4.7.1.4	Beschleuniger (BE)	114
4.2.2.4	Porenbetonsteine	85	4.7.1.5	Dichtungsmittel (DM)	114
4.3	Glas	87	4.7.1.6	Einpresshilfen (EH)	114
4.3.1	Glaserzeugnisse	87	4.7.1.7	Stabilisierer (ST)	115
4.3.1.1	Flachglas	87	4.7.2	Betonzusatzstoffe	115
4.3.1.2	Pressglas und Profilbauglas	89	4.8	Mörtel	116
4.3.1.3	Glasfasern	89	4.8.1	Baustellenmörtel	116
4.3.1.4	Geschäumtes Glas	89	4.8.2	Werkmauermörtel	116
4.4	Bindemittel	90	4.8.3	Mörtelgruppen und ihre Anwendung	117
4.4.1	Baukalke	90	4.8.3.1	Eigenschaften von Frischmauermörtel	117
4.4.1.1	Luftkalke	90	4.8.3.2	Eigenschaften von Festmörtel	117
4.4.1.2	Hydraulische Kalke	91	4.8.3.3	Mauermörtelarten	118
4.4.2	Zemente	91	4.8.4	Estrichmörtel	118
4.4.2.1	Zementherstellung	91	4.9	Holz	120
4.4.2.2	Zementarten und Zusammensetzung	92	4.9.1	Wachstum und Aufbau des Holzes	120
4.4.2.3	Eigenschaften und Verwendung	94	4.9.1.1	Holzzellen	121
4.4.3	Baugipse	95	4.9.1.2	Aufbau des Holzes	122
4.4.4	Calciumsulfat-Binder und Calciumsulfat-Compositbinder	97	4.9.1.3	Zusammensetzung des Holzes	123
4.4.5	Mischbinder	97	4.9.1.4	Ökologische Bedeutung des Holzes	123
4.4.6	Putz- und Mauerbinder	98	4.9.2	Eigenschaften des Holzes	124
4.4.7	Bitumen	98	4.9.2.1	Dauerhaftigkeit	124
4.4.7.1	Herstellungsprozess	98	4.9.2.2	Dichte, Rohdichte	124
4.4.7.2	Eigenschaften	99	4.9.2.3	Härte	125
4.4.7.3	Prüfverfahren	99	4.9.2.4	Festigkeit	125
4.4.7.4	Anwendungsbereiche	100	4.9.2.5	Leit- und Dämmfähigkeit	126
4.4.8	Asphalt	103	4.9.2.6	Arbeiten des Holzes	126
4.4.8.1	Mineralstoffe	103	4.9.3	Holztrocknung	128
4.4.8.2	Herstellung von Asphaltmischgut	103	4.9.3.1	Bestimmung der Holzfeuchte	128
4.4.8.3	Einbau von Walzasphalt	104	4.9.3.2	Trocknungsvorgang	128
4.4.8.4	Asphaltmischgutarten	104	4.9.3.3	Natürliche Holztrocknung	129
4.5	Gesteinskörnung	106	4.9.3.4	Künstliche Holztrocknung	129
4.5.1	Eigenschaften der Gesteinskörnung	106	4.9.4	Holzarten	130
4.5.1.1	Dichte	106	4.9.4.1	Europäische Nadelhölzer	130
4.5.1.2	Kornform	106	4.9.4.2	Europäische Laubhölzer	131
4.5.1.3	Korngrößen	107	4.9.4.3	Außereuropäische Nadelhölzer	132
4.5.1.4	Kornfestigkeit	107	4.9.4.4	Außereuropäische Laubhölzer	133
4.5.1.5	Widerstand gegen Frost	107	4.9.5	Holzfehler	134
4.5.1.6	Schädliche Bestandteile	107	4.9.6	Holzschädlinge	135
4.5.1.7	Regelanforderungen	107	4.9.6.1	Holzerstörende Pilze	135
4.5.1.8	Geometrische Anforderungen	108	4.9.6.2	Holzerstörende Insekten	137
4.5.2	Prüfung der Gesteinskörnung	108	4.9.7	Holzschutz	138
4.5.3	Oberflächenfeuchte	108	4.9.7.1	Vorbeugender Holzschutz	139
4.5.4	Arten der Gesteinskörnung	109	4.9.7.2	Holzschutz nach dem Befall durch Holzschädlinge	141
4.5.4.1	Gesteinskörnung aus natürlichem Gestein	109	4.9.8	Handelsformen des Vollholzes	142
4.5.4.2	Industriell hergestellte Gesteinskörnung	109	4.9.8.1	Baurundholz	142
4.5.5	Gesteinskörnung für Mörtel	109	4.9.8.2	Schnittholz	143
4.5.6	Gesteinskörnung für Beton	109	4.9.8.3	Hobelwaren und Leisten	144
4.5.6.1	Kornzusammensetzung	109	4.9.9	Furniere und Holzwerkstoffe	145
			4.9.9.1	Furniere	145
			4.9.9.2	Sperrholz	146

4.9.9.3	Spanplatten	146
4.9.9.4	Faserplatten	147
4.9.9.5	Holzwerkstoffe für tragende Bauteile	148
4.9.9.6	Mineralisch gebundene Holzwerkstoffe	148
4.10	Metalle	149
4.10.1	Eisenwerkstoffe	149
4.10.1.1	Gusseisen	149
4.10.1.2	Stahl	150
4.10.1.3	Stahlarten	150
4.10.1.4	Handelsformen von Baustahl	151
4.10.2	Betonstahl	152
4.10.2.1	Betonstabstahl	152
4.10.2.2	Betonstahl in Ringen, Bewehrungsdraht	153
4.10.2.3	Betonstahlmatten	153
4.10.2.4	Prüfung von Betonstahl	155
4.10.3	Spannstahl	156
4.10.4	Rippenstreckmetall	156
4.10.5	Nichteisenmetalle	157
4.10.6	Korrosion	158
4.10.6.1	Chemische Korrosion	158
4.10.6.2	Elektrochemische Korrosion	159
4.10.6.3	Korrosionsschutz	160
4.11	Kunststoffe	162
4.11.1	Aufbau, Eigenschaften und Bezeichnung	162
4.11.2	Arten	163
4.11.2.1	Thermoplaste	163
4.11.2.2	Duroplaste	164
4.11.2.3	Elastomere	166
4.11.2.4	Silikone	167

5 Baugrund, Gründungen, Entwässerung

5.1	Baugrund	168
5.1.1	Baugrube	168
5.1.2	Baugrubensicherung	169
5.1.3	Homogenbereiche von Boden und Fels	172
5.1.4	Druckverteilung im Boden	173
5.1.5	Gebäudesetzung und Grundbruch	173
5.1.6	Verhalten des Bodens bei Frost	174
5.1.7	Wasserhaltung	174
5.2	Gründungen	175
5.2.1	Flachgründungen	175
5.2.2	Tiefgründungen	178
5.2.3	Fundamentanker	178
5.3	Haus- und Grundstücksentwässerung	179
5.3.1	Abwasserarten	179
5.3.1.1	Häusliches Abwasser	179
5.3.1.2	Industrielles Abwasser	180
5.3.1.3	Oberflächenwasser	180
5.3.2	Abwasserableitungsverfahren	180
5.3.2.1	Trennverfahren	180
5.3.2.2	Mischverfahren	181
5.3.3	Abwasserleitungen	181
5.3.3.1	Rohrleitungsteile	182
5.3.4	Herstellen des Rohrgrabens	183
5.3.5	Verlegen der Rohre	183
5.3.6	Kontrolleinrichtungen	184
5.3.7	Verfüllen des Rohrgrabens	185

6 Mauerwerksbau

6.1	Maßordnung	186
6.1.1	Baurichtmaße und Steinformate	186
6.1.2	Rohbaumaße	186
6.1.2.1	Mauerdicken	186
6.1.2.2	Mauerlängen	187
6.1.2.3	Mauerhöhen	187
6.2	Mauerverbände	188
6.2.1	Mittenverbände	188
6.2.1.1	Binderverband	189
6.2.1.2	Läuferverband	189
6.2.1.3	Blockverband	189
6.2.1.4	Kreuzverband	190
6.2.2	Endverbände	190
6.2.2.1	Mauerenden	190
6.2.2.2	Mauerpfeiler	191
6.2.2.3	Vorlagen und Nischen	191
6.2.3	Rechtwinklige Maueranschlüsse	192
6.2.3.1	Mauerecken	192
6.2.3.2	Mauereinbindungen	193
6.2.3.3	Mauerkreuzungen	193
6.2.4	Schiefwinklige Maueranschlüsse	194
6.2.4.1	Schiefwinklige Mauerecken	194
6.2.4.2	Schiefwinklige Mauereinbindungen	194
6.2.4.3	Schiefwinklige Mauerkreuzungen	195
6.2.5	Schornsteinverbände	195
6.2.6	Zierverbände	196
6.3	Mauerwerk	197
6.3.1	Mauerwerksfestigkeit	197
6.3.2	Tragfähigkeit gemauerter Wände	197
6.3.3	Vereinfachter Tragfähigkeitsnachweis	198
6.3.4	Mauerwerk für Wände	200
6.3.4.1	Tragende Wände	200
6.3.4.2	Nichttragende Wände	201
6.3.4.3	Schlitze und Aussparungen	202
6.3.5	Fertigteile im Mauerwerk	203
6.4	Mauern	205
6.4.1	Arbeitsmittel	205
6.4.1.1	Werkzeuge und Geräte	205
6.4.1.2	Rüstzeug	205
6.4.2	Arbeitsplatz	205
6.4.3	Arbeitsverfahren	206
6.4.3.1	Anlegen und Hochmauern	206
6.4.3.2	Mauern mit großformatigen Steinen	207
6.4.3.3	Mauern mit Plansteinen	209
6.4.3.4	Mauern von Trockenmauerwerk	209
6.4.3.5	Mauern mit Vermörtelung durch Gießmörtel	210
6.4.3.6	Mauern mit Schalungssteinen	210
6.4.3.7	Rationelles Mauern	211
6.4.3.8	Fertigbauteile aus Mauerwerk	211
6.5	Mauerwerksarten	214
6.5.1	Einschaliges Mauerwerk	214
6.5.1.1	Hintermauerwerk	214
6.5.1.2	Sichtmauerwerk	214
6.5.1.3	Anschlüsse bei Mauerwerk	216
6.5.2	Zweischaliges Mauerwerk	217
6.5.2.1	Haustrennwände	217

6.5.2.2	Außenwände	217	7.4.8	Großflächenschalung von Wänden und Decken	250
6.5.2.3	Ausbildung der Hinterlüftung	220	7.4.8.1	Großflächige Wandschalungen	250
6.5.2.4	Ausbildung des Sockelbereichs	220	7.4.8.2	Großflächige Deckenschalungen	251
6.5.2.5	Mauerwerksanschlüsse bei Fenstern und Türen	221	7.4.8.3	Objektschalungen	251
6.5.2.6	Einbau von Abfangungen	222	7.4.9	Kletterschalung	252
6.5.2.7	Ausbildung von Bewegungsfugen	222	7.4.10	Gleitschalung	253
6.5.3	Ausfachungen	224			
6.5.3.1	Ausfachungen im Fachwerkbau	224	8	Beton und Betonbau	
6.5.3.2	Ausfachungen im Skelettbau	224	8.1	Betonarten und Normung	254
6.5.4	Mauerbögen und Gewölbe	225	8.2	Frischbeton	255
6.5.4.1	Segmentbogen	225	8.2.1	Erhärtungsphasen	255
6.5.4.2	Scheitrechter Bogen	225	8.2.2	Wasserzementwert	256
6.6	Natursteinmauerwerk	226	8.2.3	Konsistenz des Frischbetons	257
6.6.1	Mauersteine aus Naturstein	226	8.2.3.1	Konsistenzklassen	258
6.6.2	Verarbeitung	226	8.2.3.2	Prüfung der Konsistenz	259
6.6.3	Natursteinmauerarten	227	8.2.4	Transportbeton	260
6.6.3.1	Trockenmauerwerk und Bruchsteinmauerwerk	227	8.2.5	Lieferung von Transportbeton	261
6.6.3.2	Schichtenmauerwerk	228	8.2.5.1	Festlegung des Betons	261
6.6.3.3	Gabionen	229	8.2.5.2	Bestellung der Betonsorte	262
6.7	Instandsetzung von Mauerwerk	230	8.2.5.3	Transport	262
6.7.1	Bestandsaufnahme	230	8.2.5.4	Übergabe des Transportbetons	263
6.7.2	Mauerwerkssanierung	231	8.2.6	Einbau des Betons	264
6.7.3	Mauerwerkstrockenlegung	232	8.2.6.1	Fördern des Betons	264
6.7.4	Beseitigung von Salzen und Ausblühungen	234	8.2.6.2	Einbringen des Betons	265
6.7.5	Mauerwerksaustausch	234	8.2.6.3	Verdichten des Betons	266
			8.2.6.4	Nachbehandeln	269
			8.2.6.5	Recycling von Restbeton	270
			8.2.6.6	Betonieren unter besonderen Bedingungen	270
7	Schalungsbau		8.2.6.7	Sonderbetonieretechniken	272
7.1	Schalungsteile	235	8.3	Festbeton	274
7.1.1	Schalhaut	236	8.3.1	Eigenschaften des Festbetons	274
7.1.1.1	Schalungsplatten	236	8.3.2	Festbetonklassifizierung	276
7.1.1.2	Rahmenelemente	236	8.3.2.1	Druckfestigkeitsklassen	276
7.1.1.3	Schalkörper	236	8.3.2.2	Expositionsklassen und Feuchtigkeitsklassen	276
7.1.2	Tragkonstruktion	237	8.4	Qualitätssicherung	279
7.1.2.1	Schalungsträger	237	8.4.1	Produktionskontrolle	279
7.1.2.2	Schalungsstützen	238	8.4.2	Konformitätskontrolle	279
7.1.2.3	Riegel	239	8.4.2.1	Konformitätskontrolle für Frischbeton	280
7.1.2.4	Schalungszwingen	239	8.4.2.2	Konformitätsprüfung für Festbeton	280
7.1.2.5	Aussteifung der Schalung	240	8.5	Stahlfaserbeton	282
7.2	Herstellen der Schalung	240	8.5.1	Stahlfasertypen	282
7.2.1	Einschalen	240	8.5.2	Festlegung der Leistungsklassen	283
7.2.2	Verspannen der Schalung	241	8.5.3	Bestellen, Einbau, Nachbehandeln	283
7.2.3	Schalen von Aussparungen	242	8.6	Leichtbeton	284
7.3	Ausschalen	242	8.6.1	Leichtbetonarten	284
7.3.1	Wartung und Lagern der Schalung	243	8.6.2	Zusammensetzung des Leichtbetons	284
7.4	Schalungen für Bauteile	244	8.6.3	Eigenschaften des Leichtbetons	285
7.4.1	Fundamentalschalungen	244	8.6.4	Verarbeitung des Leichtbetons	286
7.4.2	Wandschalungen	244			
7.4.2.1	Ebene Wandschalungen	244	9	Stahlbetonbau	
7.4.2.2	Gekrümmte Wandschalungen	246	9.1	Stahlbeton	287
7.4.3	Stützenschalungen	247	9.1.1	Lage und Form der Bewehrung	288
7.4.4	Balkenschalungen	247	9.1.2	Betondeckung	289
7.4.5	Deckenschalungen	248	9.1.3.1	Stababstände	292
7.4.6	Treppenschalungen	248	9.1.3	Bewehrungsrichtlinien	292
7.4.7	Schalung für Sichtbeton	249			

9.1.3.2	Biegungen	293	11.1.3	Blockbau	342
9.1.3.3	Verankerungen	294	11.1.4	Fachwerkbau	343
9.1.3.4	Stöße von Bewehrungen	296	11.1.5	Skelettbau	344
9.1.3.5	Stabbündel	298	11.1.6	Holztafelbau/Holzrahmenbau	344
9.1.4	Bewehren	298	11.2	Holzbausysteme	345
9.1.4.1	Vorbereiten der Bewehrung	298	11.2.1	Systemskelettbau	345
9.1.4.2	Einbau der Bewehrung	301	11.2.2	Verbundtafeln	345
9.1.5	Bewehrung von Stahlbetonbauteilen	302	11.2.3	Holzblocktafeln	345
9.1.5.1	Fundamente	302	11.2.4	Brettstapel	345
9.1.5.2	Stahlbetonstützen	303	11.2.5	Brettsperrholztafeln	346
9.1.5.3	Stahlbetonwände	305	11.2.6	Holzwerkstofftafeln	346
9.1.5.4	Stützwände	308	11.3	Bearbeitung von Holz	346
9.1.6	Decken	309	11.3.1	Messen und Anreißen	346
9.1.6.1	Stahlbeton-Vollplatten	310	11.3.2	Handmaschinen	347
9.1.6.2	Stahlbeton-Hohlplatten	312	11.3.3	Stationäre Maschinen	351
9.1.6.3	Plattenbalkendecken	312	11.3.3.1	Tischbandsäge	351
9.1.6.4	Stahlbetonrippendecken	313	11.3.3.2	Formatkreissäge	352
9.1.6.5	Stahlbetonbalkendecken	314	11.3.3.3	Abrichtobelmaschine	353
9.1.6.6	Stahlsteindecken	315	11.3.3.4	Dickenobelmaschine	353
9.1.6.7	Bewehrung von Stahlbetonplatten	315	11.3.3.5	Tischfräsmaschine	354
9.1.7	Stahlbetonbalken und Stahlbetonplattenbalken	322	11.3.4	Maschinen zum Schleifen	355
9.2	Instandsetzung von Stahlbetonbauten	326	11.3.5	Unfallverhütungsvorschriften	355
9.2.1	Einwirkungen auf Stahlbetonbauteile	326	11.4	Verbindungsmittel	356
9.2.1.1	Chemische Einwirkungen	326	11.4.1	Nägel	356
9.2.1.2	Physikalische Einwirkungen	327	11.4.2	Klammern	356
9.2.1.3	Fehler bei der Bauausführung	328	11.4.3	Schrauben	357
9.2.1.4	Korrosion der Bewehrung	328	11.4.4	Dübel besonderer Bauart und Stabdübel	358
9.2.2	Planung einer Instandsetzungsmaß- nahme	328	11.4.5	Nagelplatten	359
9.2.3	Instandsetzungsverfahren	329	11.4.6	Stahlbleche und Stahlblechformteile	359
9.2.4	Ausführung der Instandsetzung	329	11.4.7	Verankerungselemente und Dübel	359
9.2.4.1	Vorbereitung des Untergrundes	329	11.5	Holzverbindungen	360
9.2.4.2	Wiederherstellen des Korrosions- schutzes	330	11.5.1	Längsverbindungen	361
9.3	Spannbeton	331	11.5.2	Eckverbindungen	361
9.3.1	Prinzip des Spannbetons	331	11.5.3	Abzweigungen	361
9.3.2	Arten des Spannbetons	332	11.5.4	Kreuzungen	362
9.3.3	Baustoffe für Spannbeton	333	11.5.5	Versatz	363
9.3.4	Spannglieder	333	11.5.6	Stabdübel- und Bolzenverbindungen	364
9.3.5	Vorspannen	334	11.5.7	Dübelverbindungen	365
9.3.6	Spannvorgang	334	11.5.8	Tragende Nagelverbindungen	366
9.3.7	Vorteile des Spannbetons	335	11.5.8.1	Mindestholzdicken und Einschlagtiefen	367
10	Betonfertigteilbau		11.5.8.2	Mindestnagelabstände	367
10.1	Fertigteilbauweisen	336	11.5.8.3	Herstellung von Nagelverbindungen	367
10.1.1	Skelettbauweise	336	11.5.8.4	Nagelverbindungen mit Stahlblechen	368
10.1.2	Tafelbauweise	338	11.5.8.5	Nagelplattenverbindungen	368
10.2	Herstellung und Montage von Fertigteilen	339	11.6	Bauholzverklebung	369
10.2.1	Herstellung	339	11.6.1	Klebstoffe	369
10.2.2	Montage	339	11.6.1.1	Thermoplastische Klebstoffe	369
10.2.3	Elementwände	341	11.6.1.2	Duroplastische Klebstoffe	370
11	Holzbau		11.6.1.3	Kleber	370
11.1	Holzbauarten	342	11.6.2	Brettschichtholz	371
11.1.1	Pfosten- und Flechtbau	342	11.6.3	Verklebte Kanthölzer	372
11.1.2	Ständerbau	342	11.6.4	Stegträger und Fachwerkträger	372
			11.7	Holzkonstruktionen	373
			11.7.1	Holzwände	373
			11.7.1.1	Fachwerkwand	373
			11.7.1.2	Holzskellettbau	374
			11.7.1.3	Holzrahmenbau	374
			11.7.1.4	Holztafelbau	375

11.7.2	Holzdecken	378	14.4.1.4	Wangentreppen	405
11.7.2.1	Holzbalkendecken	378	14.4.1.5	Trägertreppen	405
11.7.2.2	Massive Holzdecken	379	14.4.1.6	Auflagerung von Treppen	405
12	Stahlbau		14.4.1.7	Schallschutz bei Treppen	406
12.1	Stahlbearbeitung	380	14.4.1.8	Treppenbrüstungen	408
12.1.1	Fügen	380	14.4.2	Holztreppen	409
12.1.2	Trennen	380	14.4.2.1	Werkstoffe für Holztreppen	409
12.1.3	Umformen	381	14.4.3	Bauarten von Holztreppen	409
12.2	Stahlbauarten	381	14.4.3.1	Wangentreppen	409
12.2.1	Fachwerkbauweise	381	14.4.3.2	Aufgesattelte Treppen	410
12.2.2	Rahmenbauweise	382	14.4.3.3	Einholmtreppen	411
12.2.2.1	Knotenpunkte	383	14.4.3.4	Abgehängte Treppen	411
12.2.2.2	Arten der Verbindungen	383	14.4.3.5	Spindeltreppen	412
12.2.2.3	Ausführung der Verbindungen	383	14.4.4	Treppengeländer	413
12.3	Einbau von Stützen und Trägern	385	15	Bautenschutz	
12.3.1	Stahlstützen	385	15.1	Dämmstoffe	414
12.3.2	Stahlträger	385	15.2	Dicht- und Sperrstoffe	417
12.3.3	Wandausbildung	386	15.3	Wärmeschutz	419
12.4	Schutzmaßnahmen	386	15.3.1	Wärmeleitfähigkeit	419
12.5	Stahlverbundbau	387	15.3.2	Wärmedurchlasskoeffizient, Wärme- durchlasswiderstand	420
12.5.1	Verbundsicherung	387	15.3.3	Wärmeübergangswiderstand	420
12.5.2	Stahlverbundträger	387	15.3.4	Wärmedurchgangswiderstand, Wärmedurchgangskoeffizient	421
12.5.3	Stahlverbunddecken	388	15.3.5	Anforderungen an den Wärmeschutz	421
12.5.4	Stahlverbundstützen	388	15.3.5.1	Anforderungen nach DIN 4108	421
12.6	Sandwichelemente im Stahlbau	389	15.3.5.2	Anforderungen nach der Energieein- sparverordnung (EnEV)	422
13	Modulbau		15.3.5.3	Ökologisches Bauen	426
13.1	Modultypen	392	15.3.6	Wärmedämmende Konstruktionen	428
13.2	Modulvarianten nach Nutzung	392	15.3.6.1	Wärmedämmung bei Wänden	428
13.3	Bauweise und Materialien	393	15.3.6.2	Wärmedämmung bei Decken	429
13.3.1	Stahlbauweise	393	15.3.6.3	Wärmedämmung bei Wärmebrücken	429
13.3.2	Holzbauweise	393	15.3.6.4	Wärmedämmung bei Dächern	429
13.4	Fertigungsprozess von der Planung bis zur Fertigstellung	394	15.4	Feuchteschutz	431
13.4.1	Planung	394	15.4.1	Abdichtung gegen Bodenfeuchte	434
13.4.2	Fertigung in der Montagehalle	394	15.4.2	Abdichtung gegen drückendes Wasser	436
13.4.3	Transport	394	15.4.2.1	Wasserdruckhaltende hautartige Abdichtung	436
13.4.4	Endmontage	394	15.4.2.2	Baukörper aus wasserundurchlässi- gem Beton (WU-Beton) – Weiße Wanne	437
14	Treppenaufbau		15.4.3	Fugen bei Bauwerken	438
14.1	Bezeichnungen bei Treppen	395	15.4.3.1	Fugenarten	438
14.2	Treppenformen	396	15.4.3.2	Fugendichtung	438
14.3	Treppenabmessungen	397	15.4.4	Dränung	440
14.3.1	Stufenmaße	397	15.4.4.1	Dränschicht	440
14.3.2	Treppenmaße	398	15.4.4.2	Dränleitung	440
14.3.3	Stufenverziehung	399	15.4.4.3	Bautechnische Ausführung	441
14.3.3.1	Verziehen einer viertelgewendelten Treppe	400	15.4.4.4	Ringdränung	441
14.3.3.2	Verziehen einer halbgewendelten Treppe	401	15.4.4.5	Flächendränung	441
14.4	Treppenaufbau	402	15.4.5	Entstehung von Tauwasser	442
14.4.1	Steintreppen	402	15.4.5.1	Tauwasser auf Bauteiloberflächen	442
14.4.1.1	Treppenstufen	402	15.4.5.2	Tauwasser im Bauteilinneren	442
14.4.1.2	Gemauerte Treppen	403	15.5	Schallschutz	444
14.4.1.3	Laufplattentreppen	404	15.5.1	Schalldämmung	444
			15.5.1.1	Luftschalldämmung	444

15.5.1.2	Trittschalldämmung	445	17.6	Flachdächer	482
15.5.2	Schallschutz bei Wänden	445	17.6.1	Unbelüftete Flachdächer	482
15.5.3	Schallschutz bei Decken	447	17.6.2	Gründach	483
15.5.4	Schallschutz durch Schallschluckung ..	449	17.6.3	Belüftete Flachdächer	483
15.6	Brandschutz	449	18	Ausbau	
15.6.1	Brandverhalten von Baustoffen und Bauprodukten	450	18.1	Sanitärtechnik	484
15.6.2	Brandverhalten von Bauteilen	450	18.1.1	Trinkwasserinstallation	484
15.6.3	Brandschutzmaßnahmen für Bauteile ..	452	18.1.2	Abwasserinstallation	485
16	Abgasanlagen, Schornsteinbau		18.1.3	Sanitäre Einrichtungen	486
16.1	Bezeichnungen bei Schornsteinen	454	18.2	Heizungstechnik	486
16.2	Wirkungsweise des Schornsteins	455	18.2.1	Wärmeerzeugung	486
16.3	Bau von Schornsteinen	456	18.2.1.1	Unterscheidung der Wärmeerzeuger ..	486
16.3.1	Anforderungen an Schornsteine	456	18.2.1.2	Art der Brennstoffe	487
16.3.2	Einflüsse auf den Schornsteinzug	457	18.2.1.3	Aufstellrichtlinien für Wärmeerzeuger ..	487
16.3.3	Kennzeichnung von Abgasanlagen	458	18.2.2	Wärmeverteilung	488
16.3.4	Schornsteinkonstruktionen	459	18.2.2.1	Wärmeverteilungssysteme	488
17	Dächer		18.2.2.2	Heizkörperarten	489
17.1	Dachteile und Dachformen	461	18.2.2.3	Flächenheizungen	489
17.2	Dachtragwerke	462	18.2.3	Brennstoffversorgung	490
17.2.1	Sparrendach	463	18.2.3.1	Heizöllagerung	490
17.2.2	Kehlbalkendach	463	18.2.3.2	Lagerung fester Brennstoffe	490
17.2.3	Pfettendach	464	18.2.3.3	Gasversorgung	490
17.2.3.1	Pfettendächer mit stehendem Stuhl ..	464	18.2.4	Alternative Wärmeerzeugung	491
17.2.3.2	Abgestrebte und liegende Pfetten- dachstühle	465	18.2.4.1	Blockheizkraftwerke	492
17.2.4	Sprengwerk und Hängewerk	466	18.2.4.2	Wärmepumpen	492
17.2.5	Freigespannte Binder	466	18.2.4.3	Solaranlagen	493
17.2.5.1	Unterspannte Binder	466	18.3	Raumluftechnik	493
17.2.5.2	Fachwerkbinder	467	18.3.1	Lüftungs- und Klimaanlage	494
17.2.5.3	Rahmenbinder	467	18.3.2	Zentrale Abluftsysteme	494
17.3	Dachneigung	468	18.3.3	Zentrale Wohnraumlüftung	495
17.4	Dachhaut	469	18.4	Elektroinstallation	496
17.4.1	Unterdach, Unterdeckung und Unterspannung	469	18.4.1	Ausstattung der Gebäude	496
17.4.2	Dachdeckung und Dachabdichtung ..	470	18.4.2	Verteilung der elektrischen Energie ..	497
17.5	Dachdeckung bei geneigten Dächern ..	471	18.4.3	Schutzeinrichtungen	498
17.5.1	Schuppenartige Dachdeckung	471	18.4.4	Gefahrenmeldeanlagen	501
17.5.1.1	Dachziegel	471	18.4.5	Gebäudeautomation	502
17.5.1.2	Dachsteine	471	18.4.6	Energie- und Kosteneinsparung	503
17.5.1.3	Deckung mit Dachziegeln und Dachsteinen	472	18.5	Putz	505
17.5.1.4	Deckung mit Schiefer und Faser- zement-Dachplatten	475	18.5.1	Putzverfahren	505
17.5.2	Deckung mit profilierten Tafeln	477	18.5.1.1	Arbeitsweisen	505
17.5.2.1	Faserzement-Wellplatten	477	18.5.1.2	Putzweisen	505
17.5.2.2	Deckung mit Faserzement-Wellplatten ..	477	18.5.2	Putzaufbau	507
17.5.3	Deckung mit verzfalteten Blechen	479	18.5.2.1	Anforderungen an den Putz	507
17.5.4	Deckung mit Bahnen	479	18.5.2.2	Putzgrund	508
17.5.5	Unfallschutz bei Dacharbeiten	479	18.5.2.3	Putzlagen	508
17.5.6	Belüftete und unbelüftete geneigte Dächer	480	18.5.3	Trockenputz	509
17.5.6.1	Belüftete geneigte Dächer	480	18.5.4	Wärmedämmputzsysteme	509
17.5.6.2	Unbelüftete geneigte Dächer	481	18.5.5	Wärmedämmverbundsystem	510
			18.5.6	Sanierputz	512
			18.5.7	Außensockelputz und Kellerwand- außenputz	513
			18.5.8	Überputzen von Schlitz- und Bauteilen	514
			18.6	Estrich	515
			18.6.1	Estrichmörtel, Estrichmassen	515
			18.6.2	Estrichkonstruktionen	517
			18.6.3	Estricheinbau	519
			18.6.4	Estrichfugen	521

18.6.5	Estrichnachbehandlung	522	19.2.2.2	Trennverfahren	563
18.6.6	Belegung von Estrichen	522	19.2.3.1	Rohre und Rohrverbindungen	564
18.6.7	Höhenfestlegung	522	19.2.3	Abwasserkanal	564
18.6.8	Estrich im Bauwesen nach Raumnutzung	523	19.2.3.2	Lage der Abwasserleitungen	566
18.7	Trockenbau	524	19.2.3.3	Tiefenlage der Abwasserleitungen	566
18.7.1	Baustoffe	524	19.2.3.4	Gefälle der Abwasserleitungen	566
18.7.1.1	Trockenbauplatten	524	19.2.3.5	Bemessung von Abwasserleitungen	567
18.7.1.2	Befestigungselemente	526	19.2.3.6	Herstellung der Abwasserleitungen	568
18.7.1.3	Dämmstoffe	527	19.2.3.7	Grabenfreier Kanalbau	569
18.7.1.4	Gips-Wandbauplatten	527	19.2.3.8	Bauwerke im Kanalnetz	570
18.7.2	Wandkonstruktionen	527	19.2.4	Ausführungszeichnungen	572
18.7.2.1	Einfachständerwände	528	19.2.5	Bestandspläne	573
18.7.2.2	Doppelständerwände	528	19.3	Abwasserreinigung	574
18.7.2.3	Installationswände	529	19.3.1	Kläranlage	574
18.7.2.4	Wände aus Gips-Wandbauplatten	529	19.3.1.1	Mechanische Abwasserreinigung	575
18.7.3	Deckenkonstruktionen	529	19.3.1.2	Biologische Abwasserreinigung	576
18.7.3.1	Leichte Deckenbekleidungen	530	19.3.1.3	Chemische Abwasserreinigung	577
18.7.3.2	Unterdecken	530	19.3.1.4	Schlammbehandlung	578
18.7.4	Verarbeitung der Gipsplatten	531	19.3.1.5	Betriebsanlagen	579
18.8	Fliesen und Platten	532	19.3.2	Kleinkläranlagen	580
18.8.1	Kennzeichnung und Maße	532	20	Straßenbau	
18.8.2	Fliesen- und Plattenarten	534	20.1	Straßennetz	581
18.8.3	Formstücke	535	20.2	Straßenbaulastträger	581
18.8.4	Werkzeuge und Geräte	535	20.3	Einteilung der Straßen	581
18.8.5	Ansetzen und Verlegen von Fliesen und Platten	536	20.4	Knotenpunkte	583
18.8.6	Innenbekleidungen und Innenbeläge	537	20.4.1	Anforderungen	583
18.8.7	Außenbeläge	537	20.4.2	Grundformen	583
18.8.8	Ausführung von Fliesenarbeiten	538	20.4.3	Kreisverkehre	583
18.9	Bautischlerarbeiten	540	20.5	Ablauf einer Straßenplanung	585
18.9.1	Fenster	540	20.5.1	Vorplanung (Linienentwurf)	585
18.9.2	Türen	542	20.5.2	Entwurfsplanung (Vorentwurf, Genehmigungsentwurf)	585
18.9.3	Wandverkleidungen	547	20.5.3	Genehmigungsplanung (Planfest- stellung)	585
18.9.4	Deckenverkleidungen	548	20.6	Linienführung der Straße	585
18.9.5	Versetzbare Trennwände	549	20.7	Lageplan	586
18.9.6	Bodenbeläge aus Holz und Holzwerkstoffen	550	20.7.1	Geraden	586
18.9.7	Elastische Fußbodenbeläge	552	20.7.2	Kreisbögen	586
18.9.8	Textile Fußbödenbeläge	553	20.7.3	Übergangsbögen	586
19	Wasserwirtschaft		20.8	Höhenplan	590
19.1	Wasserversorgung	554	20.8.1	Längsneigungen, Kuppen, Wannen	590
19.1.1	Wasserarten	554	20.8.2	Berechnung der Gradientenhöhen	591
19.1.2	Gewinnung von Wasser	555	20.8.3	Krümmungsband	592
19.1.3	Wasseraufbereitung	558	20.8.4	Querneigungsband	592
19.1.3.1	Anforderungen an Trinkwasser	558	20.9	Straßenquerschnitt	595
19.1.3.2	Verfahren zur Wasseraufbereitung	559	20.9.1	Bemessung der Fahrbahnbreite	595
19.1.4	Wasserspeicherung	560	20.9.2	Verkehrsraum, Sicherheitsraum, lichter Raum	595
19.1.4.1	Erdhochbehälter	560	20.9.3	Seitenraum	596
19.1.4.2	Wassertürme	561	20.9.4	Regelquerschnitte	596
19.1.5	Verteilung des Wassers	561	20.9.5	Ausbildung von Böschungen	598
19.2	Abwasserentsorgung	562	20.10	Aufbau der Straße	598
19.2.1	Abwasser	562	20.10.1	Untergrund	599
19.2.1.1	Regenwasser	562	20.10.2	Unterbau	599
19.2.1.2	Schmutzwasser	562	20.10.3	Planum	599
19.2.2	Verfahren der Abwasserableitung	563	20.10.4	Oberbau	599
19.2.2.1	Mischverfahren	563			

20.10.4.1	Frostschuttschicht	600	23.1.6	Wichtige Grundstoffe und ihre Verbindungen	628
20.10.4.2	Tragschichten	600	23.1.6.1	Sauerstoff (O)	628
20.10.4.3	Deckschichten	602	23.1.6.2	Wasserstoff (H)	628
20.11	Querprofile	604	23.1.6.3	Kohlenstoff (C)	629
20.12	Straßenentwässerung	604	23.1.7	Säuren	630
20.12.1	Straßenentwässerung außerhalb bebauter Gebiete	605	23.1.8	Laugen	631
20.12.2	Straßenentwässerung innerhalb bebauter Gebiete	605	23.1.9	Salze	632
20.12.3	Sickeranlagen	606	23.1.10	Wasser	633
20.12.4	Sickerstränge	606	23.1.11	Umweltbelastung und Umweltschutz	634
20.13	Straßenausstattung	608	23.2	Physikalische Grundlagen	636
20.13.1	Verkehrszeichen	608	23.2.1	Physikalische Größen	636
20.13.2	Fahrbahnmarkierungen	608	23.2.2	Volumen, Masse, Dichte, Porigkeit	637
20.13.3	Fahrzeug-Rückhaltesysteme	608	23.2.3	Kohäsion, Zustandsformen, Adhäsion	638
20.14	Lärmschutz an Straßen	609	23.2.4	Oberflächenspannung, Kapillarität	639
20.15	Radwege	610	23.2.5	Mechanische Eigenschaften fester Körper	639
20.15.1	Radwegenetz	610	23.2.6	Kräfte	641
20.15.2	Radverkehrsführung	610	23.2.6.1	Begriff der Kraft	641
20.15.3	Oberbau Radwege	611	23.2.6.2	Gewichtskraft und Gewicht	641
21	EDV in der Bautechnik		23.2.6.3	Wirkung und Darstellung von Kräften	641
21.1	Bauplanung mit CAD	612	23.2.6.4	Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften	642
21.2	Baudurchführung	614	23.2.6.5	Hebel, Moment	643
21.3	BIM – Building Information Modeling	615	23.2.7	Einwirkungen auf Bauwerke	644
21.3.1	Planen mit BIM	615	23.2.8	Festigkeit und Spannung	645
21.3.2	Anwendungsmöglichkeiten von BIM	616	23.2.8.1	Druckbeanspruchung	645
21.4	Informationsbeschaffung	616	23.2.8.2	Zugbeanspruchung	645
22	Bauen in Vergangenheit und Gegenwart		23.2.8.3	Biegebeanspruchung	646
22.1	Antike	617	23.2.8.4	Knickbeanspruchung	646
22.2	Romanik	617	23.2.8.5	Scherbeanspruchung	646
22.3	Gotik	618	23.2.8.6	Schubbeanspruchung	646
22.4	Renaissance	618	23.2.8.7	Torsionsbeanspruchung	646
22.5	Barock, Rokoko	619	23.2.8.8	Kippen und Gleiten	647
22.6	Klassizismus	620	23.2.9	Druck in Flüssigkeiten	647
22.7	Historismus und Jugendstil	620	23.2.10	Wärme	648
22.8	Neuzeit	621	23.2.10.1	Temperatur und Temperaturmessung	648
22.9	Moderne	621	23.2.10.2	Wärmemenge	648
23	Naturwissenschaftliche Grundlagen		23.2.10.3	Spezifische Wärmekapazität	648
23.1	Chemische Grundlagen	623	23.2.10.4	Wärmespeicherfähigkeit	649
23.1.1	Stoff und Körper	623	23.2.10.5	Wärmewirkungen	649
23.1.2	Arten der Stoffe	624	23.2.10.6	Wärmequellen	651
23.1.3	Chemische Elemente	624	23.2.10.7	Wärmeübertragung	651
23.1.3.1	Periodensystem der Elemente	625	23.2.11	Luftfeuchtigkeit	653
23.1.4	Chemische Verbindungen	626	23.2.12	Schall	653
23.1.4.1	Chemische Gleichungen	626	23.2.12.1	Entstehung des Schalls	653
23.1.4.2	Synthese, Analyse	627	23.2.12.2	Ausbreitung des Schalls	653
23.1.5	Gemenge	627	23.2.12.3	Messung des Schalls	654
23.1.5.1	Lösungen	627	23.3	Elektrotechnische Grundlagen	655
23.1.5.2	Dispersionen	627	23.3.1	Grundbegriffe	655
23.1.5.3	Legierungen	627	23.3.2	Betriebs- und Arbeitssicherheit	656
			23.3.3	Schutzmaßnahmen	658
			23.3.4	Schutzarten, Schutzklassen	659
			Firmenverzeichnis		660
			Sachwortverzeichnis		662

Geografisches Informations-System

Mit dem Geografischen Informations-System (GIS) können Geodaten, z. B. von Grundstücken und Gebäuden erfasst, bearbeitet und verwaltet werden. Weitere Daten werden z. B. durch tachymetrische Gebäudeaufnahmen, GPS-Vermessungen und Fotogrammetrie gewonnen. Diese Geobasisdaten können verknüpft werden, z. B. mit Daten über Eigentümer, Topografie und Lage sowie über Fachdaten der Verwaltungen. Die Daten werden bei Vermessungsämtern auf Landes-, Regional- und Kommunalebene sowie bei privaten Vermessungsbüros gepflegt, d. h. aktualisiert und für die GIS-Nutzung angeboten. Verwaltungen, Planungsbüros und Baufirmen ist dadurch eine rasche Bearbeitung möglich, wie z. B. bei Planungen im Tief- und Straßenbau, bei der Straßen- und Kanalunterhaltung oder beim Auffinden erdüberdeckter Ver- und Entsorgungsleitungen. Mithilfe von Höhendaten können zusätzlich räumliche Darstellungen und Modelle erzeugt werden.

3.5.6 Aufnahme von Längs- und Querprofilen

Zur Planung, zum Bau und zur Mengenermittlung im Tiefbau, z. B. beim Bau von Straßen, Brücken und Abwasserkanälen, ist es notwendig, die Oberflächenform des Geländes zeichnerisch darzustellen. Dabei werden durch das Gelände lotrechte Schnitte geführt. Diese verlaufen in der Längs- und Querachse des Bauwerks. Die zeichnerische Darstellung eines Schnittes bezeichnet man als Profil. Je nach Lage der Schnitte unterscheidet man Längs- und Querprofile. Grundlage für die Ermittlung der Profile sind meist Lagepläne mit Höhenlinien oder Erhebungen vor Ort.

Mit CAD-GIS-Programmen können über digitale Geländemodelle Höhenlinien, Profile und Mengenberechnungen durchgeführt und automatisch erstellt werden. Querprofile werden entlang des Längsprofils in vorgegebenem Abstand erzeugt. Berechnungen können bei Bedarf prüffähig protokolliert werden.

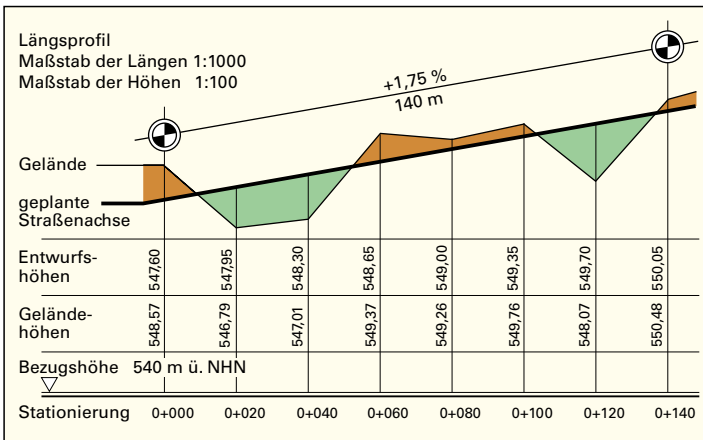


Bild 1: Längsprofil

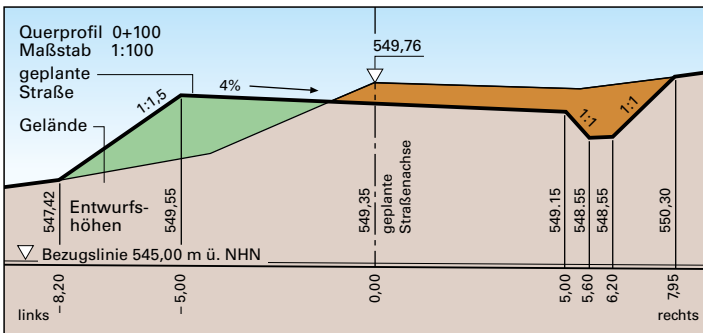


Bild 2: Querprofil

3.5.6.1 Aufnahme von Längsprofilen

Zur Aufnahme von Längsprofilen werden je nach Geländeform in bestimmten Abständen, z. B. 20 m, sogenannte Stationierungspunkte festgelegt (Bild 1). Diese Punkte werden markiert und deren Höhen über NHN durch Höhenmessung ermittelt. Die Messergebnisse werden z. B. im Feldbuch protokolliert.

Um in der Zeichnung die Höhe im Verhältnis zur Länge deutlicher zu machen, wird diese in der Regel 10fach überhöht dargestellt, z. B. wählt man für die Abstände der Stationierungspunkte den Maßstab 1:1000 und für die Höhen den Maßstab 1:100.

Das Profil wird über einer Bezugslinie (Horizont) angeordnet. Dieser Bezugslinie ist ein bestimmtes Höhenmaß, z. B. 540 m über NHN, zugeordnet. Auf dem Horizont werden die Stationierungspunkte eingemessen und jeweils die Senkrechte dazu mit dem Höhenmaß errichtet. Die ermittelten Höhenpunkte sind geradlinig miteinander zu verbinden.



Tabelle 1: Soll-Holzfeuchte in Prozent für Holzbau-teile

Pergolen	12 % bis 24 %
Dachstühle	12 % bis 18 %
Fenster und Außentüren	12 % bis 15 %
Möbel	8 % bis 12 %
Parkett	7 % bis 11 %
Treppen, Innenausbau	6 % bis 10 %
Schalungsplatten	≥ 7 %



Bild 1: Thermo-Hygrometer

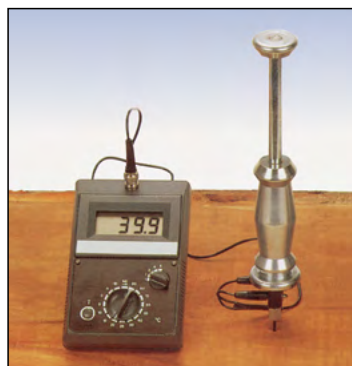


Bild 2: Elektrisches Feuchtemessgerät mit Rammsonde

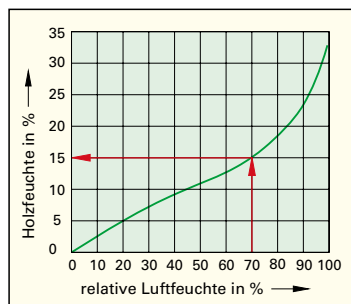


Bild 3: Feuchtegleichgewicht bei einer Lufttemperatur von 15°C

4.9.3 Holztrocknung

Frisches Holz ist zum Bauen nicht geeignet, da es stark schwindet und von Schädlingen befallen wird. Damit keine Schäden entstehen, muss ihm deshalb soviel Feuchtigkeit entzogen werden, dass sein Feuchtegehalt beim Einbau etwa dem seiner späteren Nutzung entspricht (**Tabelle 1**). Dies erfolgt durch Trocknen des Holzes.

Welche Soll-Holzfeuchte einem vorhandenen Raumklima entspricht, kann mit einem Raum-Thermo-Hygrometer festgestellt werden (**Bild 1**).

4.9.3.1 Bestimmung der Holzfeuchte

Die Holzfeuchte kann mit Hilfe der Darrprobe oder mithilfe von Messgeräten bestimmt werden.

Bei der **Darrprobe** entnimmt man dem Holz mehrere kleine Probe-stücke und wiegt diese. Man erhält so das Nassgewicht. In einem elektrisch beheizten Trockenofen oder auf einer Wärmeplatte trocknet man diese Holzproben so lange, bis das Gewicht nicht mehr abnimmt. Das nach dem Trocknen festgestellte Gewicht ist das Trockengewicht oder Darrgewicht mit einem Feuchtegehalt von 0 %. Bei der prozentualen Berechnung der Holzfeuchte wird der Wassergehalt der Probestücke in g auf ihr Darrgewicht in g bezogen.

Bei batteriebetriebenen **elektrischen Feuchtemessern** wird über zwei Elektroden Strom durch das Holz geleitet. Da die elektrische Leitfähigkeit des Holzes durch die Holzfeuchte verändert wird, lassen sich die Feuchtwerte an einer Skala oder als Zahlenwerte ablesen (**Bild 2**).

4.9.3.2 Trocknungsvorgang

Bis zur Fasersättigung trocknet Holz sehr rasch. Die Abgabe des gebundenen Wassers erfolgt dagegen nur sehr langsam, weil es nur durch Diffusion nach außen gelangen kann. Das Wasser an der Holzoberfläche wird durch Verdunstung an die Luft abgegeben. Das Verdunsten des Wassers ist im Wesentlichen abhängig von der Luftfeuchtigkeit, der Lufttemperatur, der Luftbewegung und von der Größe der Holzoberfläche.

Zwischen der Holzfeuchte und der relativen Luftfeuchte stellt sich ein Ausgleich ein. Holz gibt so lange Feuchtigkeit an die umgebende Luft ab oder nimmt von ihr so lange Feuchtigkeit auf, bis ein Ausgleich zwischen beiden erreicht ist. Diesen Zustand bezeichnet man als **Feuchtegleichgewicht**. In unserem Klima beträgt die relative Luftfeuchtigkeit von März bis September etwa 70 %, die Temperatur im Durchschnitt etwa 15 °C. Das Feuchtegleichgewicht ist bei diesen Durchschnittswerten bei etwa 15 % Holzfeuchte erreicht (**Bild 3**). Während der Wintermonate tritt jedoch das Feuchtegleichgewicht bereits bei einer Holzfeuchte von etwa 20 % ein. Holz, das im Freien oder in offenen Schuppen getrocknet worden ist, bezeichnet man als **lufttrocken**.

Da Holz nur trocknet, solange die umgebende Luft Feuchtigkeit bzw. Wasserdampf aufnehmen kann, ist bei der Holztrocknung dafür zu sorgen, dass feuchte Luft entfernt und wasseraufnahmefähige Luft an das Holz herangeführt wird. Dies geschieht bei der natürlichen Holztrocknung durch die natürliche Luftbewegung und bei der künstlichen Trocknung durch Gebläse.



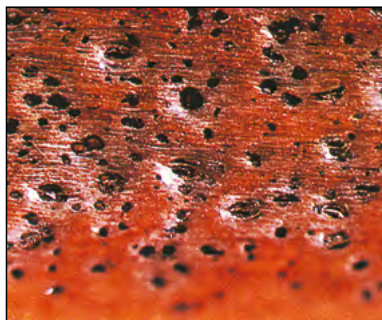
Echter Hausschwamm



Brauner Warzenschwamm



Tannenblättling



Bläuepilz



Das **Verstocken** entsteht am gelagerten Baumstamm durch holzerstörende Pilze als bräunlich und weißlich-fleckige Verfärbung des Splintholzes von Laubhölzern, besonders der Rotbuche. Die Festigkeit des Holzes ist vermindert.

Gebäudepilze

Der gefährlichste Pilz, der verarbeitetes Holz zerstören kann, ist der **Echte Hausschwamm** (Bild 1). Er befällt vorwiegend Nadelholz. Jedoch vermag er fast alle zellulosehaltigen Stoffe, mit Ausnahme von Eichenkernholz, in kurzer Zeit würfelbrüchig zu machen.

Die Sporen des Hausschwammes werden vor allem durch den Wind verbreitet. Sie brauchen zu ihrer Entwicklung viel Feuchtigkeit, genügend Wärme und stehende Luft (Bild 2, Seite 135). Ist ein Bauteil befallen, kann der Pilz sehr zählebig sein. Er kann dann längere Zeit Nahrungs-, Feuchtigkeits- und Wärmemangel überstehen, sogar seine zum weiteren Wachstum notwendige Feuchtigkeit selbst erzeugen und dadurch auf trockenes Holz übergreifen. Außerdem ist er imstande, Mauerwerk zu durchdringen. Hohe Temperaturen bringen ihn zum Absterben.

Wegen der Gefährlichkeit des Hausschwammes müssen nach einem Befall umfassende Sanierungsmaßnahmen getroffen werden. Dazu gehören der Ausbau und das Verbrennen von befallenem Holz, das Abflammen von Mauerwerk sowie Schutzimprägnierungen.

Weniger gefährliche Arten der Gebäudepilze sind der Keller- oder Warzenschwamm, der weiße Porenschwamm und der Tannenblättling. Sie benötigen zu ihrer Entwicklung immer sehr feuchtes Holz (Bild 1 und Bild 3, Seite 135).

Bild 1: Pilze und ihr Schadensbild