



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	Fundamentender	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 Bruchstein- mauerwerk	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
7	Schalungsbau		8.2.6.4	Nachbehandeln	269
7.1	Schalungsteile	235	8.2.6.5	Recycling von Restbeton	270
7.1.1	Schalhaut	236	8.2.6.6	Betonieren unter besonderen Bedingungen	270
7.1.1.1	Schalungsplatten	236	8.2.6.7	Sonderbetonieretechniken	272
7.1.1.2	Rahmenelemente	236	8.3	Festbeton	274
7.1.1.3	Schalkörper	236	8.3.1	Eigenschaften des Festbetons	274
7.1.2	Tragkonstruktion	237	8.3.2	Festbetonklassifizierung	276
7.1.2.1	Schalungsträger	237	8.3.2.1	Druckfestigkeitsklassen	276
7.1.2.2	Schalungsstützen	238	8.3.2.2	Expositionsklassen und Feuchtig- keitsklassen	276
7.1.2.3	Riegel	239	8.4	Qualitätssicherung	279
7.1.2.4	Schalungszwingen	239	8.4.1	Produktionskontrolle	279
7.1.2.5	Aussteifung der Schalung	240	8.4.2	Konformitätskontrolle	279
7.2	Herstellen der Schalung	240	8.4.2.1	Konformitätskontrolle für Frischbeton ..	280
7.2.1	Einschalen	240	8.4.2.2	Konformitätsprüfung für Festbeton ...	280
7.2.2	Verspannen der Schalung	241	8.5	Stahlfaserbeton	282
7.2.3	Schalen von Aussparungen	242	8.5.1	Stahlfasertypen	282
7.3	Ausschalen	242	8.5.2	Festlegung der Leistungsklassen	283
7.3.1	Wartung und Lagern der Schalung ...	243	8.5.3	Bestellen, Einbau, Nachbehandeln ...	283
7.4	Schalungen für Bauteile	244	8.6	Leichtbeton	284
7.4.1	Fundamentschalungen	244	8.6.1	Leichtbetonarten	284
7.4.2	Wandschalungen	244	8.6.2	Zusammensetzung des Leichtbetons ...	284
7.4.2.1	Ebene Wandschalungen	244	8.6.3	Eigenschaften des Leichtbetons	285
7.4.2.2	Gekrümmte Wandschalungen	246	8.6.4	Verarbeitung des Leichtbetons	286
7.4.3	Stützenschalungen	247			
7.4.4	Balkenschalungen	247	9	Stahlbetonbau	
7.4.5	Deckenschalungen	248	9.1	Stahlbeton	287
7.4.6	Treppenschalungen	248	9.1.1	Lage und Form der Bewehrung	288
7.4.7	Schalung für Sichtbeton	249	9.1.2	Betondeckung	289
			9.1.3.1	Stababstände	292
			9.1.3	Bewehrungsrichtlinien	292

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.

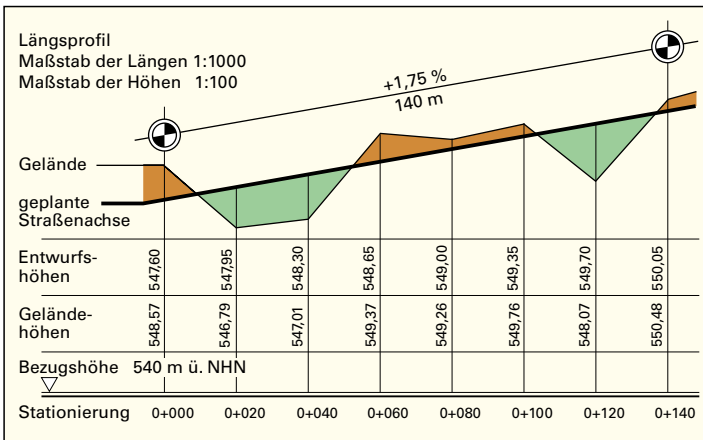


Bild 1: Längsprofil

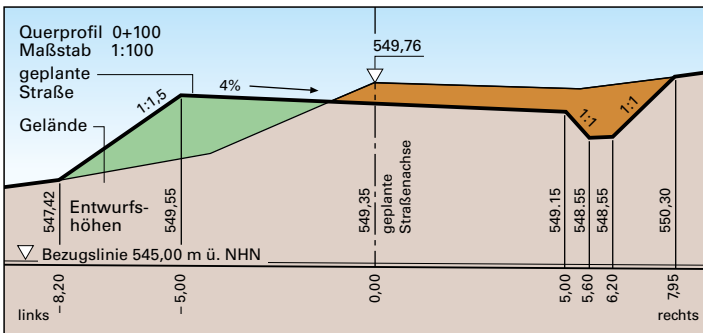


Bild 2: Querprofil

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

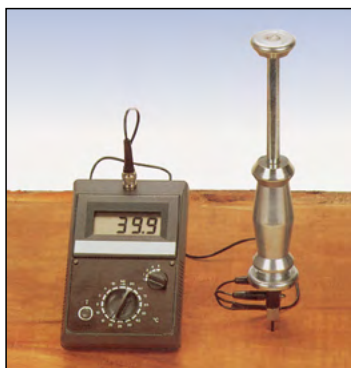


Bild 2: Elektrisches Feuchtemessgerät mit Rammsonde

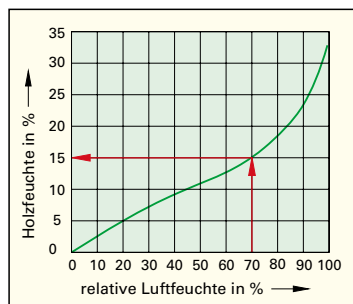


Bild 3: Feuchtegleichgewicht bei einer Lufttemperatur von 15°C

4.9.3 Holz Trocknung

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 Probestücke 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 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 Holz Trocknung dafür zu sorgen, dass feuchte Luft entfernt und wasseraufnahmefähige Luft an das Holz herangeführt wird. Dies geschieht bei der natürlichen Holz Trocknung durch die natürliche Luftbewegung und bei der künstlichen Trocknung durch Gebläse.



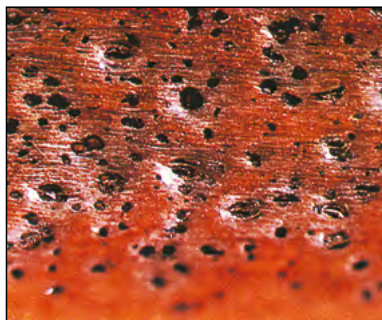
Echter Hausschwamm



Brauner Warzenschwamm



Tannenblättling



Bläupilz



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



Betonstabstahl	B500A, B500B
Betonstahlmatten	B500A
Betonstahl in Ringen	B500A (KR), B500B (WR)
Bewehrungsdraht	B500A+G, B500A+P
B ... Betonstahl	
500 ... Streckgrenze f_{yk} in N/mm ²	
A/B ... Duktilität	
KR ... kaltgewalzter Betonstahl	
WR ... warmgewalzter Betonstahl	
G ... glatt	
P ... profiliert	

Bild 1: Betonstahlsorten nach DIN 488

Bezeichnung von Betonstabstahl nach DIN 488

B 500 B

Betonstabstahl mit erhöhter Duktilität einer Streckgrenze von 500 N/mm² und einer Zugfestigkeit von 550 N/mm²

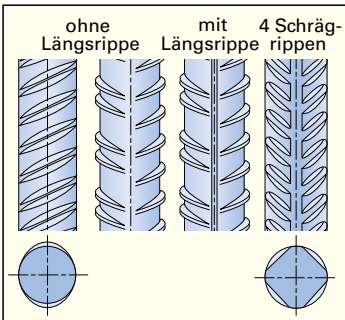


Bild 2: Oberfläche von Betonstabstahl

Tabelle 1: Abmessungen und Gewichte von Stäben

Nenn-durchmesser d_s in mm	Nennquer-schnitt A_s in cm ²	Nenn-masse in kg/m
6,0	0,283	0,222
8,0	0,503	0,395
10,0	0,785	0,617
12,0	1,131	0,888
14,0	1,54	1,208
16,0	2,01	1,58
20,0	3,14	2,47
25,0	4,91	3,85
28,0	6,16	4,83
32,0	8,04	6,31
40,0	12,57	9,86

4.10.2 Betonstahl

Für die Bewehrung des Betons wird Betonstahl verwendet (**Bild 1**). Die Betonstahlsorten sind nach DIN 488 mit B500A und B500B genormt. Man unterscheidet Betonstabstahl (nach DIN 488-2), Betonstahl in Ringen und Bewehrungsdraht (nach DIN 488-3), Betonstahlmatten (nach DIN 488-4) sowie Gitterträger. Für Spannbeton wird Spannstahl verwendet.

4.10.2.1 Betonstabstahl

Betonstabstahl hat eine Streckgrenze von 500 N/mm².

Das Verfahren zur Herstellung bleibt dem Hersteller überlassen, sofern die Nachweise nach DIN 488-6 erbracht werden. Als Beispiele für Herstellungsverfahren können genannt werden

- Warmwalzen ohne Nachbehandlung (U),
- Warmwalzen und aus der Walzhitze wärmebehandelt (T),
- Kaltverformen wie Verwinden (Kw) oder Recken (Kr) der warmgewalzten Stähle ohne wesentliche Querschnittsverminderung,
- Kaltwalzen oder Kaltziehen von Walzdraht mit wesentlicher Querschnittsverminderung.

Die Oberfläche von Betonstabstahl weist 2 Reihen von Schrägrippen mit oder ohne Längsrippen auf oder 4 Reihen von Schrägrippen ohne Längsrippen (**Bild 2**). Die Schrägrippen sind zur Stabachse in einem Winkel von 40° bis 70° geneigt. Betonstabstähle haben einen nahezu kreisförmigen Querschnitt mit Stabdurchmessern von 6 mm bis 16 mm, 20 mm, 25 mm, 28 mm, 32 mm und 40 mm (**Tabelle 1**). Sie werden in walzgeraden Stäben mit Regellängen von 12,00 m bis 15,00 m und in allen gewünschten Sonderlängen geliefert. Alle Betonstabstähle sind schweißgeeignet. Für besondere Bewehrungsarbeiten kann auch der schweißgeeignete Baustahl S235JR mit glatter Oberfläche verwendet werden.

Es gibt Betonstahl der Gruppe A (B500A) mit normaler Duktilität und der Gruppe B (B500B) mit hoher Duktilität. Betonstahl der Gruppe C (B500C) nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung oder Zulassung im Einzelfall erfüllt in der Regel besondere Anforderungen, z.B. sehr hohe Duktilität. Mit Duktilität wird die Dehn- und Verformbarkeit des Betonstahls gekennzeichnet. Die Betonstabstähle unterscheiden sich sowohl in den Anforderungen an die Gesamtdehnung bei Höchstkraft als auch im Verhältnis der Zugfestigkeit zur Streckgrenze (R_m/R_e). Danach liegt die prozentuale Stahldehnung bei Höchstkraft für B500A bei 5% und für B500B bei 8%.

Wichtige Kenngrößen für die Beurteilung der Festigkeitseigenschaften von Betonstahl sind die Zugfestigkeit R_m und die Streckgrenze R_e . Diese Größen können mithilfe des Zugversuchs ermittelt und im **Spannungs-Dehnungs-Diagramm** als Linie dargestellt werden (**Bild 1**, Seite 153). Dabei zeigt sich, dass bei kleinen Belastungen die Spannung und die Dehnung des Stahls im gleichen Verhältnis zunimmt (Proportionalitätsbereich). Bei Entlastung geht der Stahl in seine ursprüngliche Form zurück, er verhält sich elastisch. Wird der Stahl über die Proportionalitätsgrenze P hinaus belastet, nimmt die Dehnung bis zur Elastizitätsgrenze E bei gleichbleibender Erhöhung der Spannung stärker zu.

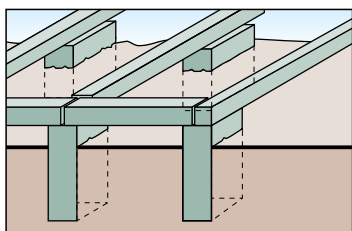


Bild 1: Pfeilergründung

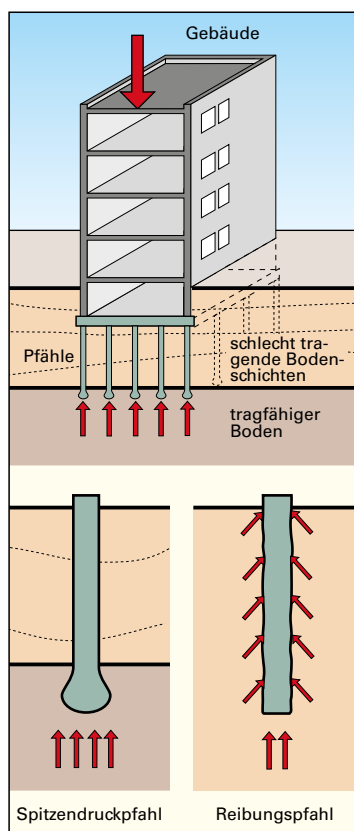


Bild 2: Pfahlgründung

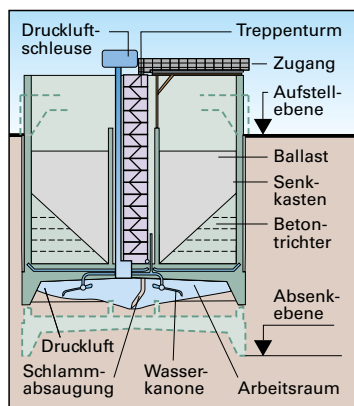


Bild 3: Druckluftgründung

5.2.2 Tiefgründungen

Tiefgründungen sind notwendig, wenn ein Bauwerk z. B. auf stark wasserhaltigem oder moorigem Boden gegründet werden muss. Dabei durchstößt man die wenig tragfähigen Bodenschichten bis auf darunter liegendem, höher belastbarem Baugrund gegründet werden kann. Man unterscheidet Pfeilergründungen, Pfahlgründungen, Druckluft- oder Senkkastengründungen.

Mithilfe von **Pfeilergründungen** werden Balkenroste, vor allem unter Wandecken und Wandkreuzungen, abgestützt (**Bild 1**). Dazwischen liegende Wände können z. B. durch aufliegende Stahlbetonbalken abgefangen werden. Die Pfeiler sind aus Beton oder Stahlbeton.

Bei den **Pfahlgründungen** stehen die Pfähle in der Regel so tief im Erdreich, dass sie ihre Lasten auf tragfähigen Boden übertragen können (Spitzendruckpfahl). Besteht der Baugrund nur aus weichen Schichten, können die Lasten des Bauwerks durch die Reibung zwischen der Pfahloberfläche und dem Erdreich in den Baugrund übertragen werden (Reibungspfahl). Man spricht hierbei auch von schwebender Gründung. Zu Pfahlgründungen verwendet man Ortbetonpfähle oder Fertigpfähle (**Bild 2**).

Ortbetonpfähle, die man auch als Bohrpfähle bezeichnet, werden in den Baugrund betoniert. Dabei werden Löcher bis zu 2,50 m Durchmesser und bis zu 50,00 m Tiefe gebohrt. Bei nicht genügend festen Bodenarten muss zur Sicherung ein Stahlrohr mit eingeführt werden, das beim Betonieren wieder gezogen wird. Ortbetonpfähle können unbewehrt oder bewehrt sein.

Fertigpfähle werden eingerammt, eingerüttelt, eingeschwemmt oder in ein vorbereitetes Bohrloch eingestellt. Sie können aus Holz, Stahl, Stahlbeton oder Spannbeton hergestellt sein. Stahlbetonfertigpfähle gibt es mit rundem, quadratischem, rechteckigem und doppel-T-förmigem Querschnitt.

Bei **Druckluft- oder Senkkastengründungen** wird das Fundament auf dem Baugelände als unten offener, kastenförmiger Körper (Caisson) betoniert (**Bild 3**). Zum Absenken des Kastens wird der Boden unter dem Kasten ausgehoben oder ausgespült. Um ein Eindringen von Wasser zu verhindern, wird durch Druckluft in bzw. unter dem Kasten ein entsprechender Gegendruck erzeugt. Dieses Gründungsverfahren eignet sich vor allem für Schachtbauwerke in Böden mit hohen Schichten aus Schluff, Sand und Kies. So wurden z. B. Abwasserpumpwerke oder U-Bahn-Schächte im Rahmen der städtebaulichen Sanierungs- und Entwicklungsmaßnahmen von Berlin erstellt.

5.2.3 Fundamenterder

Für jedes Gebäude ist nach DIN 18014 zur Sicherheit ein Schutzpotenzialausgleich und eventuell ein Potenzialausgleich, z. B. für den Gebäudeblitzschutz, erforderlich. Dazu wird ein Fundamenterder zum Schutz vor Korrosion in den Beton des Fundaments als Ringleiter eingebettet (**Bild 1**, Seite 179). Dieser Fundamenterder besteht aus Rundstahl mit mindestens 10 mm Durchmesser oder aus Bandstahl mit den Mindestmaßen 30 mm x 3,5 mm. Der Stahl darf sowohl verzinkt als auch unverzinkt sein, muss aber mit einer Betondeckung von mindestens 5 cm eingebaut werden. Müssen Teile des Fundamenterders miteinander verbunden werden, kann dies durch mechanisch



6.4.3.7 Rationelles Mauern

Das Mauern von Hand mit klein- und mittelformatigen Steinen erfordert einen hohen Zeitaufwand. Eine Steigerung der Arbeitsleistung und eine Entlastung des Maurers erreicht man durch das **Mauern mit großformatigen Steinen und Versetzgeräten (Bild 1)**. Versetzgeräte sind auf der jeweiligen Arbeitsfläche verfahrbare und schwenkbare Leichtkrane mit einer Tragkraft bis etwa 30 kN. Mit der zugehörigen Greifzange können bei jedem Hub bis zu 2,00 m lange Steinreihen knirsch in einem Arbeitsgang versetzt werden (**Bild 2**). Das Mörtelbett kann aus Normal- oder Dünnbettmörtel sein. Um ebene Mauerflächen zu erhalten, ist es von Vorteil, wenn die Stoßflächen der Steine mit Verzahnungen oder Nut und Feder ausgebildet sind und in den Lagerfugen konische Zentrierbolzen in gleichartig ausgebildete Nuten an den Unterseiten der Steine eingreifen.

Eine weitere Rationalisierung ist durch **Mauern in Stumpfstoßtechnik** möglich. Dabei können Wände ohne Verzahnung stumpf aneinander gestoßen werden (**Bild 3**). Der Vorteil liegt im Arbeitsablauf. Die Wände brauchen nur in Flucht gemauert zu werden. Dabei lassen sich Versetzgeräte einsetzen. An Mauerstößen und Mauerkreuzungen sind keine Verbände erforderlich. Beim Mauern der einzelnen Wände sind unterschiedliche Schichthöhen und unterschiedliche Baustoffe möglich. Allerdings sind Bedingungen für die Aussteifung und Standsicherheit des Gebäudes einzuhalten. Bei Anwendung der Stumpfstoßtechnik empfiehlt es sich aus baupraktischen Gründen Flachanker aus Edelstahl von 30 cm Länge im Stoßbereich der Wände in jeder Schicht einzulegen. Außerdem ist der Stumpfstoß aus statischen Gründen und Schallschutzgründen zu vermörteln.



Bild 1: Versetzen einer Steinreihe mit der Greifzange eines Versetzgerätes



Bild 2: Versetzen von Steinreihen

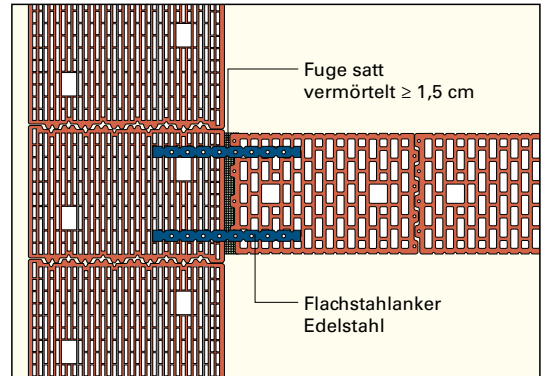


Bild 3: Wände aus Plansteinen mit Stumpfstoßtechnik versetzt

6.4.3.8 Fertigbauteile aus Mauerwerk

Im Mauerwerksbau gelten vorgefertigte geschoss-hohe und raumbreite Bauteile, einschließlich Brüstungen und Giebelschrägen, als Fertigbauteile. Diese Bauteile werden nach ihrer Herstellung zur Baustelle transportiert und dort zu einem standsicheren Bauwerk montiert.

Fertigbauteile können senkrecht stehend zu einem Einsteinaußerwerk hergestellt werden. Solche Bauteile werden als **Mauertafeln** bezeichnet (**Bild 4**).



Bild 4: Mauertafeln

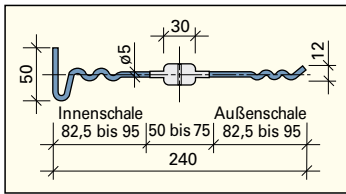


Bild 1: In sich beweglicher Anker

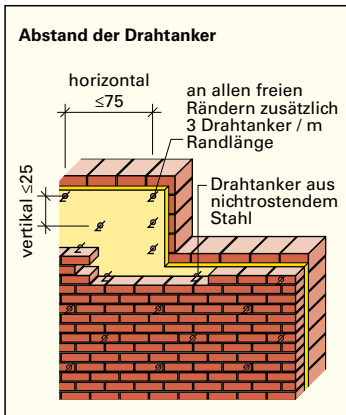


Bild 2: Anordnung der Verankerung

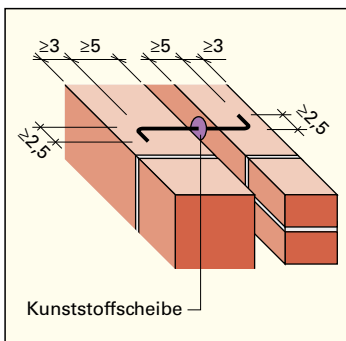


Bild 3: Drahtanker

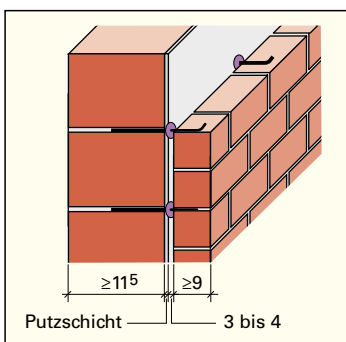


Bild 4: Zweischalige Außenwand mit Putzschicht

Werden zur geschosshohen Verankerung der Außenschale bauaufsichtlich zugelassene Anker verwendet, kann die Abfangung z. B. mit Edelstahlkonsolen entfallen. Die in sich beweglichen Anker, die die Verformungsunterschiede der beiden Schalen aufnehmen, sind jeweils mindestens 60 mm tief in Mörtel einzubetten (**Bild 1**).

Die Außenschale ist mit der Innenschale zu verankern. Für die Verankerung sind je m² Mauerwerk mindestens 5 Drahtanker aus nichtrostendem Stahl mit einem Durchmesser von mindestens 4 mm beim Hochmauern der Innenschale zu vermauern. Die Drahtanker werden im Lagerfugenmörtel verlegt mit Abständen in der Senkrechten von höchstens 25 cm und in der Waagerechten von höchstens 75 cm. An allen freien Rändern des Mauerwerks, z. B. an Mauerecken und Maueröffnungen, sind zusätzlich 3 Drahtanker je Meter Randlänge vorzusehen (**Bild 2**). Ist der Wandbereich höher als 12,00 m über Gelände und liegt der Abstand der Mauerwerksschalen zwischen 7 cm und 12 cm, sind Anker mit 4 mm Durchmesser zu verwenden. Beträgt der Abstand zwischen 12 cm und 15 cm, sind 7 Maueranker je m² Wandfläche einzulegen. Werden die Drahtanker in Leichtmörtel eingebettet, ist dafür LM 36 erforderlich. Damit über die Drahtanker keine Feuchtigkeit in die Innenschale gelangen kann, sind auf die Drahtanker Kunststoffscheiben so aufzustecken, dass z. B. Tauwasser in der Luftschicht abtropfen kann (**Bild 3**).

Bei einer **zweischaligen Außenwand mit Putzschicht** ist die Innenschale eine mindestens 11,5 cm dicke Wand, die in der Regel zuerst gemauert wird. Auf der Außenseite der Innenschale ist eine zusammenhängende Putzschicht als Feuchtigkeitssperre aufzubringen. Die Außenschale besteht aus einer mindestens 9 cm dicken Verblendung aus frostbeständigen Mauersteinen (**Bild 4**). Da die Baustoffe der Innen- und Außenschale unterschiedliche Verformungseigenschaften zeigen, sind die beiden Schalen durch eine Luftschicht (3 cm bis 4 cm freier Querschnitt) zu trennen.

Eine **zweischalige Außenwand mit Kerndämmung** besteht aus Innen- und Außenschale, die durch eine Dämmschicht getrennt sind (**Bild 1**, Seite 219). Beide Mauerschalen sollten mindestens 11,5 cm dick sein. Sie sind durch Drahtanker miteinander zu verbinden. Die Dämmschicht, auch Kerndämmung genannt, bleibt ohne Luftschicht und darf eine Dicke von 15 cm nicht überschreiten. Werden Dämmplatten, wie z. B. Mineralfaserplatten oder Hartschaumplatten verwendet, ist es besser, nur einseitig umgebogene Drahtanker einzumauern. Die Dämmplatten können dann über die noch geraden Enden der Anker geschoben werden. Erst danach biegt man die Enden mit geeignetem Werkzeug um, wobei die umgebogene Schenkellänge mindestens 2,5 cm lang sein soll. Wird der Raum zwischen den Mauerschalen mit Dämmschüttung gefüllt, ist diese jeweils mit dem Hochmauern der Außenschale lagenweise einzubringen. Die Schüttung besteht aus wasserabweisendem Leichtzuschlag, z. B. aus vulkanischem Gestein. Durch lagenweises Hinterfüllen und Stochern ist eine lückenlose Hinterfüllung zu gewährleisten.

Am Fußpunkt einer zweischaligen Außenwand mit Kerndämmung sind eine waagerechte Feuchtigkeitssperre und in der Außenschale offene Stoßfugen oder Lüftungssteine vorzusehen, damit gegebenenfalls Feuchtigkeit entweichen kann. Die Größe dieser Öffnungen

7.1.1 Schalhaut

Die Schalhaut ist der Teil der Schalung, der beim Betonieren mit dem Frischbeton unmittelbar in Berührung kommt. Sie gibt dem Bauteil die Form und bestimmt das Aussehen der Oberfläche. Die Schalhaut muss beim Betonieren und während der Erhärtungszeit des Betons maßhaltig und dicht bleiben sowie die auftretenden Lasten gleichmäßig auf die Tragkonstruktion verteilen. Die Schalhaut wird aus Schalungsplatten zusammengesetzt, die sich im Wesentlichen in Werkstoff, Größe und Verbindungsmöglichkeit unterscheiden.



Bild 1: Vorgefertigte Schalungsplatten



Bild 2: Rahmenelement



Bild 3: Schalkörper

7.1.1.1 Schalungsplatten

Schalungsplatten können aus Schalbrettern in unterschiedlicher Größe auf der Baustelle hergestellt werden. Als Schalbretter verwendet man in der Regel etwa 20 mm bis 24 mm dicke Bretter aus Fichten- oder Tannenholz. Die Bretter können ungehobelt (sägerau) oder einseitig gehobelt sein. Sie werden auf einem Arbeitstisch, dem Schaltisch, mit Brettlaschen zusammengeagelt.

Vorgefertigte Schalungsplatten (Schaltafeln) verringern die Schalungsarbeit und können vielfach wieder verwendet werden (Bild 1). Sie werden einzeln

verlegt, z.B. bei Deckenschalungen oder aufgestellt, z.B. bei Fundament- oder Wandschalungen.

Schalungsplatten aus Vollholz bestehen aus beidseitig gehobelten Brettern. Die Bretter werden an den Stirnkanten durch ein Stahl- oder Kunststoffprofil zusammengehalten. Gleichzeitig werden dadurch Kanten und Ecken geschützt (Bild 1).

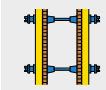
Schalungsplatten aus Sperrholz gibt es in verschiedenen Dicken und unterschiedlichem Schichtaufbau (Seite 146). Oberflächen und Kanten der Platten sind mit Kunstharz beschichtet, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern und sie gegen Aufsplintern zu schützen. Schalungsplatten aus Sperrholz mit und ohne Beschichtung ergeben glatte Sichtbetonflächen. Sie können mehrmals und beidseitig verwendet werden.

7.1.1.2 Rahmenelemente

Rahmenelemente sind Schalungsplatten, bei denen die Schalhaut und der sie aussteifende Rahmen ein Schalungselement bilden. Man unterscheidet kombinierte Schalungsplatten und Ganzstahl-Schalungsplatten. Bei den kombinierten Schalungsplatten ist die Schalhaut aus Holz auf einem Stahl- oder Aluminiumrahmen befestigt (Bild 2). Bei Ganzstahl-Schalungsplatten ist die Schalhaut aus Stahlblech mit dem Rahmen aus Stahlprofilen verschweißt. Diese Platten können lackiert, verzinkt oder mit einem anderen Überzug versehen werden. Die Maße der Rahmenelemente sind werkgenormt. Mithilfe von Ausgleichtafeln und Füllstücken können diese zu einer großflächigen **Rahmenschalung**, z.B. für Wände, montiert werden.

7.1.1.3 Schalkörper

Für besondere Deckenkonstruktionen, wie z.B. für Kassettendecken, verwendet man entsprechend geformte Schalkörper (Verdrängungskörper), z.B. aus Hartfaserplatten oder Kunststoff. Für Decken mit größeren Dicken eignen sich Hohlkörper aus zylinderförmig gewickelten Blechen (Bild 3).



7.4.3 Stützenschalungen

Zur Herstellung von Stützenschalungen (Säulenschalungen) mit quadratischen oder rechteckigen Querschnitten eignen sich sowohl die Träger- als auch die Rahmenschalung. Entsprechen die Abmessungen den Elementbreiten der Rahmenschalung, so kann man entsprechende Grundelemente einsetzen. Die Elemente werden wie bei Wandecken mit Außenecken und Spannelementen zusammengehalten. Weichen die Abmessungen von den Standardgrößen ab, setzt man Säulen- bzw. Universalelemente ein. Die Schalungsrahmen lässt man windmühlenflügelartig an den Ecken überstehen (Bild 1).

Bei Stützen aus Trägerschalung wird der Betondruck von Riegeln aufgenommen. Müssen Schalungen für Stützen mit besonderen Querschnittsformen hergestellt werden, wählt man als Grundform der Schalung einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt. Die besondere Querschnittsform lässt sich dann durch den Einbau entsprechender Aussparungen erzielen.

Zum Einschalen von Rundstützen (Rundsäulenschalung) werden z.B. kunststoffvergütete Kartonrohre mit Reißleine, zweiteilige Stahlelemente unterschiedlicher Höhe oder Wickelrohre aus Blech verwendet (Bild 2).

7.4.4 Balkenschalungen

Balken, Stürze und Unterzüge können auf herkömmliche Weise mit Schalungsteilen aus Holz oder mit kleineren Elementen der Rahmenschalung hergestellt werden.

Bei Balkenschalungen erstellt man zunächst einen Schalboden in Höhe der Balkenunterseite. Der Schalboden besteht in der Regel aus Schaltafeln in der Breite des Balkens und liegt auf Querhölzern (Kopfhölzern), die von Längshölzern getragen werden. Stützen tragen die Lasten auf den Untergrund ab. Die beiden seitlichen Schalungsschilde bestehen aus Schaltafeln, die zur Aufnahme des Betondrucks durch horizontale oder vertikale Schalungsträger verstärkt sind. Diese werden auf die Querhölzer gestellt und mit besonderen Balkenzwingen gegen den Schalungsboden gepresst. Die Balkenzwingen sind so konstruiert, dass sie ein seitliches Verschieben der Seitenschalung verhindern und der Betondruck von den Querträgern aufgenommen wird (Bild 3). Bei Balken, die man nicht mit der Decke zusammen betoniert, können besondere Schalungszwingen auf die Schalung aufgesetzt werden. Um eine Verformung der Balkenschalung zu verhindern, müssen hierbei jedoch Abstandhalter in die Schalung eingebaut werden.

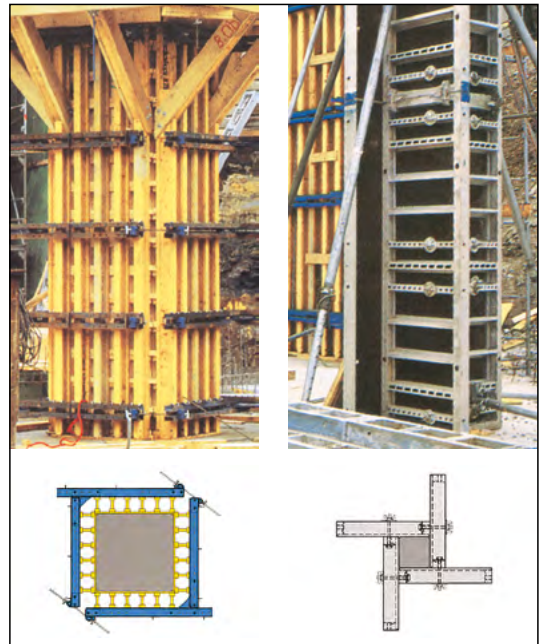


Bild 1: Ausführung von Stützenschalungen



Bild 2: Schalung von Rundstützen



Bild 3: Schalung von Balken

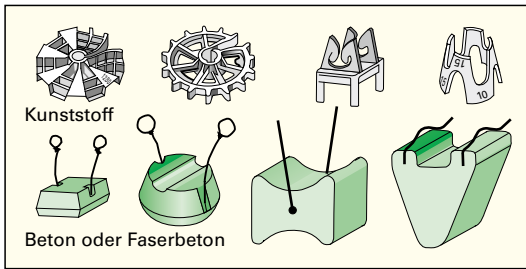


Bild 1: Abstandhalter

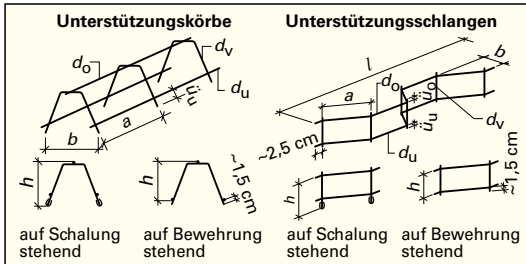


Bild 2: Unterstützungen bei Platten

Abstandhalter aus Faserbeton und Beton besitzen eine gute Haftfähigkeit im Beton. Sie sind besonders für Sichtbetonbauteile geeignet (Bild 1). Bei der Bauausführung ist zu beachten, dass je kleiner die Höhe eines Bauteils ist, die Abstandhalter sorgfältiger einzubauen sind. Beispielsweise verringert 1 cm Abweichung von der geplanten Lage der Bewehrung die Tragfähigkeit eines 20 cm hohen Querschnittes um etwa 10 %, eines 100 cm hohen Querschnittes nur um etwa 1 %.

9.1.3 Bewehrungsrichtlinien

Um die hohen Anforderungen im Stahlbetonbau zu gewährleisten, sind für die Planung und Ausführung der Bewehrung Bewehrungsrichtlinien zu beachten. Daneben gibt es Bestimmungen, z.B. über Stababstände, Biegungen, Verankerungen und Stöße.

Allgemeine Bewehrungsrichtlinien

Damit die Bewehrung ihre Aufgaben erfüllen kann, müssen neben der Lage im Bauteil auch Regeln für die Verarbeitung beachtet werden.

- Die Bewehrung muss frei sein von Bestandteilen, die den Verbund beeinträchtigen können, wie z.B. Schmutz, Fett, Eis und losen Rost. Leicht angerostete Stähle wirken sich auf den Verbund nicht nachteilig aus, stören gegebenenfalls jedoch bei Sichtbetonbauteilen.
- Die Bewehrung ist nach den geprüften Bewehrungszeichnungen herzustellen, einzubauen und zu einem steifen Gerippe zu verbinden. Die Zug- und Druckbewehrung (Hauptbewehrung) sind mit Quer- und Verteilerstäben oder Bügeln mit Bindedraht zu verbinden.
- Für das Biegen von Haken, Winkelhaken und Schlaufen sowie von Schrägstäben und anderen Krümmungen sind Mindestwerte der Biegerolldurchmesser ($D_{\min}$) einzuhalten.
- Endende Bewehrungsstäbe sind ausreichend im Beton zu verankern.
- Die Bewehrung, insbesondere die obere Bewehrungslage von Platten, ist gegen Herunterdrücken durch Unterstützungen zu sichern.
- Wird bei engliegender Bewehrung der Beton durch Innenrüttler verdichtet, so sind Rüttelgassen vorzusehen. Bei Häufung der oberliegenden Bewehrung, z.B. über Stützen bei Plattenbalken, sind außerdem zum Einbringen des Betons Lücken einzuplanen.
- Der Verbund zwischen Bewehrung und Beton ist durch eine ausreichend dicke und dichte Betondeckung zu sichern, die gleichzeitig dauerhaften Korrosionsschutz gewährleistet.
- Zur Sicherung der Betondeckung müssen genügend Abstandhalter eingebaut werden.
- Montagebewehrung und Abstandhalter müssen so angeordnet sein, dass sie die Lage der Bewehrung beim Einbringen und Verdichten des Betons sichern.
- Bei Bauteilen, die auf dem Baugrund hergestellt werden, wie z.B. Fundamentplatten, ist das Erdreich durch eine Sauberkeitsschicht abzudecken. Diese besteht in der Regel aus einer mindestens 5 cm dicken Betonschicht.

9.1.3.1 Stababstände

Damit parallele Bewehrungsstäbe ausreichend von Beton umgeben sind, muss ihr lichter Abstand a mindestens 20 mm betragen bzw. gleich dem Stabdurchmesser d_s sein (Bild 1, Seite 293). Wird zur Betonherstellung eine Gesteinskörnung mit einem Größtkorndurchmesser $d_g \geq 16$ mm verwendet, müssen die Mindestabstände außerdem 5 mm größer sein als der Größtkorndurchmesser. Kann diese Forderung

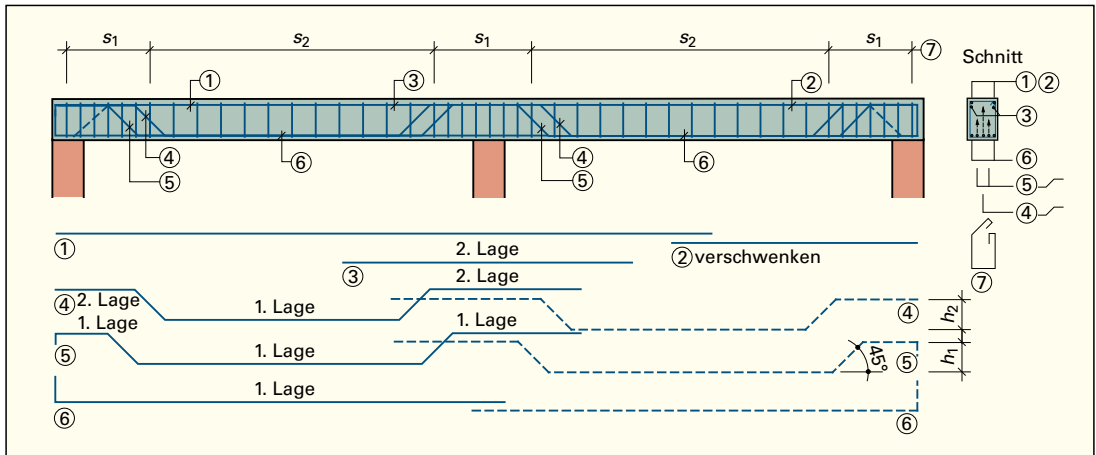


Bild 1: Bewehrung eines Durchlaufbalkens

Plattenbalken

Die Bewehrung von Einfeld-Plattenbalken erfolgt wie bei Balken. Bei durchlaufenden Plattenbalken wird etwa die Hälfte der Stützbewehrung außerhalb der Stegbreite, zu beiden Seiten des Steges, in die Platte gelegt. Dabei ist zu beachten, dass sich für die Verankerung der Stäbe unterschiedliche Längen ergeben, da meist die Stäbe in der Platte dem Bereich guter Verbundbedingungen, die im Steg dem Bereich mäßiger Verbundbedingungen zuzuordnen sind. Außerdem sollte im Bereich der Zwischenauflager die Schubbewehrung aus Bügeln und nicht durch aufgebogene Längsstäbe gebildet werden (**Bild 2**). Diese Bewehrungsanordnung hat den Vorteil, dass die Bewehrung in einer Lage eingelegt und eine Rüttelgasse gebildet werden kann. Die Bügelhöhe ist so zu wählen, dass die Betondeckung der Platte, auch bei zweilagiger Bewehrung, eingehalten wird.

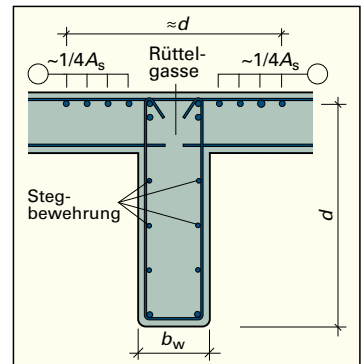


Bild 2: Stützbewehrung

Aufgaben

- Vergleichen Sie Streifenfundamente unter Wänden mit denen unter Stützenreihen hinsichtlich des Kräfteverlaufs und der Lage der Hauptbewehrung.
- Erklären Sie, wie die Bewehrung quadratischer Einzelfundamente ausgeführt werden muss, damit sich eine gleichmäßige Bodenpressung einstellt.
- Zeichnen Sie eine Stütze 40 cm/50 cm mit der Mindestbewehrung nach DIN 1045 und aller zur Ausführung notwendiger Angaben.
- Erläutern Sie anhand des Kräfteverlaufes die Bewehrungsführung bei einer Winkelstützwand.
- Ermitteln Sie aufgrund der Durchbiegungsbeschränkung die Plattendicke h einer Zweifeld-Stahlbetonplatte mit $l_{\text{eff}, 1} = l_{\text{eff}, 2} = 5,75 \text{ m}$.
- Unterscheiden Sie einseitig gespannte und zweiachsig gespannte Platten bezüglich des Lastabtrags und der Anordnung der Biegezugbewehrung.
- Stellen Sie dar, welche konstruktiven und betrieblichen Vorteile durch den Einbau von teilweise vorgefertigten Plattendecken erzielt werden können.
- Vergleichen Sie die einlagige und zweilagige Bewehrungsanordnung in Bezug auf den Kräfteverlauf und den Aufwand beim Einbau der Bewehrung.
- Erläutern Sie die Bewehrungsführung einer Treppe mit gleich gespannten Podesten und einer Treppe mit quer gespannten Podesten.
- Unterscheiden Sie Balken und Plattenbalken hinsichtlich ihres Tragverhaltens.
- Beurteilen Sie die Ausführung der Schubbewehrung mit aufgebogenen Tragstäben mit der aus eng liegenden Bügeln am Mittelaufleger eines durchlaufenden Balkens.
- Skizzieren Sie die Anordnung der Stützbewehrung aus $12 \text{ } \varnothing 16$ in einem Plattenbalken $b_w/h_1/h_2 = 30 \text{ cm}/60 \text{ cm}/20 \text{ cm}$.



Bild 1: Zwischenpodest einer Treppe mit schallgeschützten Auflagerköpfen

Ist die Treppenhauswand bereits fertiggestellt, sind die Podeste ohne Auflagerköpfe zu liefern. An ihrer Stelle muss im Fertigteil ein Rechteck-Hohlprofil aus nichtrostendem oder verzinktem Stahl als Laufhülse eingebaut sein (**Bild 2**). In der Treppenhauswand ist an den Auflagerpunkten jeweils ein 25 cm/25 cm großer Wanddurchbruch vorzusehen. Das Auflager wird mit Vollsteinen und einem vollflächigen Mörtelbett mindestens der Mörtelgruppe IIa vorbereitet. Beim Einbau des Podestes wird durch den Wanddurchbruch ein in die Laufhülse passendes Rechteck-Stahlrohr gesteckt. Die andere Seite des Rechteck-Stahlrohrs besteht aus der trittschallgedämmten Wandhülse, die in dem Wanddurchbruch durch Absenken des Podestes positioniert wird. Danach kann der Wanddurchbruch geschlossen werden. In gleicher Weise geht man beim Einbau von Treppenbauteilen in fertige Treppenhäuser vor.

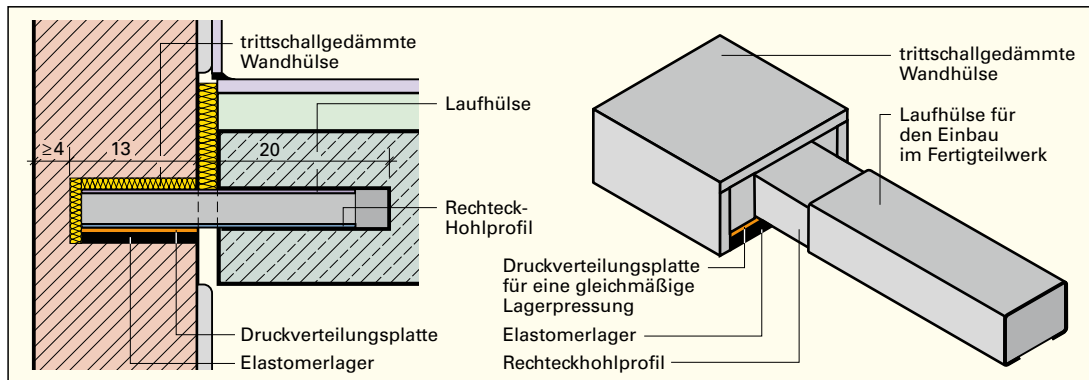


Bild 2: Einbau einer Wandhülse mit Stahlrohr

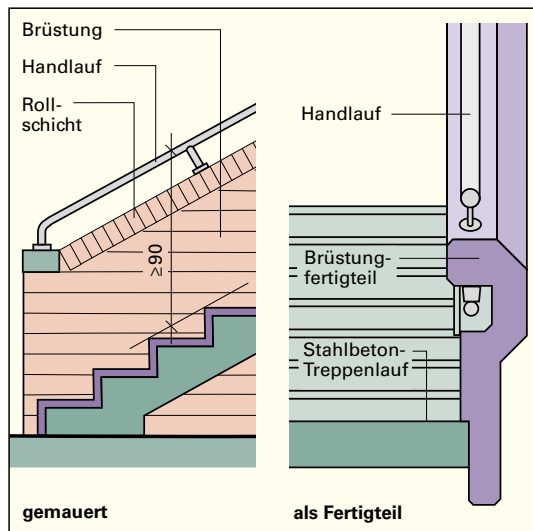


Bild 3: Treppenbrüstungen

14.4.1.8 Treppenbrüstungen

Die freien Seiten von Treppen und Treppenpodesten sind durch Geländer oder Brüstungen zu sichern. Treppenbrüstungen können gemauert, betoniert oder als Stahlbetonfertigteil ausgebildet sein (**Bild 3**). Sind Treppenbrüstungen gemauert, können die Mauersteine auf den Trittsflächen aufgesetzt sein oder es können Wände vom Fuß der Treppe an den Treppenläufen vorbei im Treppenauge hochgeführt werden. Die geneigte Mauerkrone der Brüstung schließt man mit einer Rollschicht ab. Der Handlauf verläuft entweder über oder seitlich der Rollschicht. Brüstungen aus Beton können statisch mitwirkend sein und lassen vielseitige Gestaltungsmöglichkeiten zu. Um aufwendige Schalarbeiten auf der Baustelle zu vermeiden, werden häufig Brüstungselemente aus Stahlbetonfertigteilen eingebaut.

15 Bautenschutz

Bauwerke sind fortwährend einer Vielzahl von äußeren Einwirkungen, z. B. Hitze, Frost, Feuchtigkeit und Lärm, im Brandfalle auch der Feuereinwirkung, ausgesetzt. Diese Einwirkungen können Schäden am Bauwerk verursachen, sie können Belästigungen für die Bewohner dieser Gebäude darstellen und die wirtschaftliche Nutzung der Gebäude herabsetzen. Deshalb ist es notwendig, durch geeignete Maßnahmen diesen Einflüssen entgegenzuwirken. Man unterscheidet dabei den Wärmeschutz, den Feuchteschutz, den Schallschutz und den Brandschutz. Die Wirksamkeit dieser Schutzmaßnahmen hängt maßgebend von der richtigen Auswahl und von der richtigen Anordnung der verwendeten Dämm-, Dicht- und Sperrstoffen ab.

15.1 Dämmstoffe

Unter Dämmen versteht man Maßnahmen gegen Temperatur- und Schalleinflüsse. Zum Dämmen verwendet man Dämmstoffe (**Tabelle 1** und Tabelle 1, Seite 415). Dies sind Stoffe, die aufgrund ihrer Zusammensetzung und Struktur den Schall und die Wärme schlecht leiten. Es gibt Dämmstoffe, die nur zur Wärmedämmung oder nur zur Schalldämmung eingesetzt werden können oder die sich für beide Zwecke eignen. Sie können außerdem dem Brandschutz dienen. Neben den eigentlichen Dämmstoffen besitzen zahlreiche Baustoffe eine gute Wärmedämmfähigkeit, z. B. Leichtbetonsteine aus Bims, Hüttenbims und Blähton, Porenbetonsteine, porosierter Gips und Gipsplatten, Holz- und Holzwerkstoffe.

Tabelle 1: Anorganische Dämmstoffe (Auszug aus DIN 4108 und DIN EN ISO 10456)						
Dämmstoffart	Rohdichte ρ kg/m ³	Wärmeleitfähigkeit λ^{**} in W/(m · K)	Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ	Bestandteile und Herstellung	Eigenschaften	Verwendung
1. Porige Dämmstoffe						
Blähglimmer (Vermiculite)	100	0,07	3	Abfallglimmer durch Hitze gebläht	hitze-, alterungs-, säure-, laugenbeständig	Leichtzuschlag für feuerdämmende Ummantelung
Blähperlit (EPB)	100	0,046 bis 0,072	5	aufgeblähtes, vulkanisches, siliciumhaltiges Gestein	schimmelfest, alterungsbeständig, nicht brennbar	Leichtzuschlag für Estriche und Dämmplatten
Blähton	300 bis 700	0,095 bis 0,140	3	mit organischen Bestandteilen angereicherter Ton wird zu Kügelchen granuliert und bei 1200 °C gebrannt, wobei die Tonkügelchen aufgebläht werden	leicht, druckfest, wärmedämmend, säure-, laugen-, feuerbeständig, frostsicher, umweltverträglich	Wärmedämmung, Brandschutz, als Schüttung, als Leichtzuschlag für Mauersteine, Betone und Mörtel
Schaumglas (CG)	100 bis 150	0,038 bis 0,057	dampfdicht	geschlossenzelliges, aufgeschäumtes Glas in Plattenform	unbrennbar, wärmedämmend, dampfdicht, korrosionsbeständig, alterungsbeständig	Wärmedämmung, Feuchtigkeitsschutz
2. Faserige Dämmstoffe						
Mineralwolle in Form von Matten, Filzen, Platten	8 bis 500	0,031 bis 0,052	1	dünne Fasern aus geschmolzenem Glas, geschmolzenem Kalkstein und Mergel, geschmolzener Hochofenschlacke, Filze und Platten mit Phenolharz gebunden, Platten auch bituminiert oder einseitig mit Aluminiumfolie	leicht, wärmedämmend, schallschluckend, nicht brennbar, alterungsbeständig, fäulnisfest, nicht Krebs erregend	Wärme- und Luftschalldämmung bei Wänden, Decken, Dächern, Brandschutz
Fiber-Silikat-Platten	870 bis 450	0,175 bis 0,083	8	aus Silikaten, Mineralfasern und Zement	nicht brennbar, wärmedämmend, hygroskopisch, fäulnisfest	Wärme- und Trittschalldämmung unter schwimmenden Estrichen zum Ausstopfen von Hohlräumen
Blähglimmer	Blähperlit	Blähton	Schaumglas	Mineralwollefilz		

Bezugskurve verläuft im bauakustisch wichtigen Frequenzbereich zwischen 100 Hz und 3150 Hz. Nach dem Verlauf der Bezugskurve sind die Anforderungen an den Luftschallschutz im unteren Frequenzbereich bei tiefen Tönen gering, bei hohen Tönen im oberen Frequenzbereich hoch. Hier wurde die Eigenschaft des menschlichen Gehörs berücksichtigt, das die tieferen Töne als weniger laut und damit als nicht so lästig empfindet wie die hohen Töne (**Bild 1**).

Anforderungen an den Luftschallschutz

Um einen ausreichenden Luftschallschutz zwischen Wohnungen und fremden Arbeitsräumen zu erreichen, werden in DIN 4109 Mindestluftschallschutzwerte vorgeschrieben. Werden diese Mindestwerte nicht eingehalten, können Schadenersatzansprüche geltend gemacht werden.

15.5.1.2 Trittschalldämmung

Zur Bewertung der Trittschalldämmung wird der **bewertete Normtrittschallpegel** ($L'_{n,w}$) verwendet. Er wird nach einer Bezugskurve bestimmt, die in DIN EN ISO 140-7 festgelegt ist. Diese Bezugskurve verläuft wie bei der Luftschalldämmung im bauakustisch wichtigen Bereich zwischen 100 Hz und 3150 Hz unter Berücksichtigung der Eigenart des menschlichen Gehörs so, dass im Tieftonbereich bei niedrigeren Frequenzen ein höherer Schallpegel zugelassen ist und damit die Anforderungen an den Trittschallschutz geringer sind als im Hochtonbereich (**Bild 2**).

Der Trittschallschutz einer Decke kann durch Aufbringen eines schwimmenden Estrichs oder eines weich federnden Bodenbelags verbessert werden. Für die Bewertung der verschiedenen Deckenaufgaben wurde das **Trittschallverbesserungsmaß** (ΔL_w) eingeführt. Das Trittschallverbesserungsmaß gibt an, um wie viel dB eine Deckenaufgabe den bewerteten Normtrittschallpegel einer Rohdecke verbessert. Trittschallverbesserungsmaße für verschiedene Deckenaufgaben sind in DIN 4109 angegeben.

Anforderungen an den Trittschallschutz

Um einen ausreichenden Trittschallschutz von Decken zu erreichen, werden in der DIN 4109 Mindesttrittschallschutzwerte vorgeschrieben, die nicht überschritten werden dürfen.

15.5.2 Schallschutz bei Wänden

Um zu verhindern, dass Luftschall von einem Raum in den anderen übertragen wird, ist die dazwischen liegende Wand schalldämmend auszuführen. Man unterscheidet dabei einschalige und zweischalige Wände (**Bild 3**).

Unter **einschaligen Wänden** versteht man solche aus einer Schicht, z.B. einer betonierten Wand, oder aus mehreren Schichten, wenn diese vollständig miteinander verbunden sind, z. B. verputztes Mauerwerk. Die Schallübertragung von einem Raum in andere Räume erfolgt direkt durch die Wand und als Längsleitung über die angrenzenden Wände und Decken (**Bild 3**). Die Wände werden vom auftretenden Luftschall in Schwingungen versetzt, die auf der anderen Seite an die angrenzenden Luftschichten in Form von Luftschall wieder abgegeben werden. Der Luftschallschutz einer einschaligen Wand

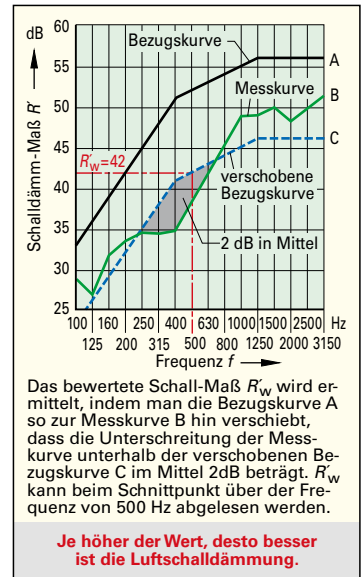


Bild 1: Ermittlung des bewerteten Schalldämm-Maßes R'_w

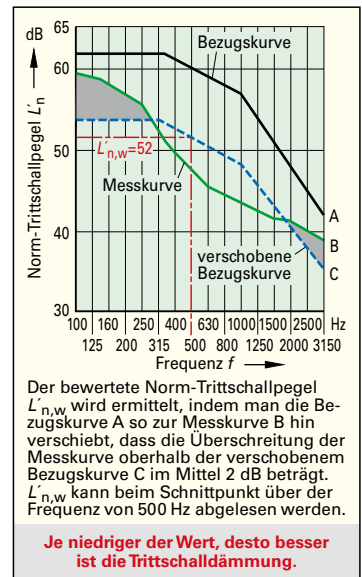


Bild 2: Ermittlung des bewerteten Norm-Trittschallpegels $L'_{n,w}$

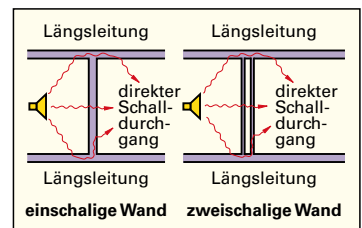


Bild 3: Wege des Luftschalls



einwandiger Schornstein:	Schornstein, bei dem das Innenrohr die Abgasanlage ist
mehrschaliger Schornstein:	Schornstein, der aus einem Innenrohr und mindestens einer zusätzlichen Schale besteht
System-Schornstein:	Schornstein eines Herstellers aus aufeinander abgestimmten Fertigteilen
eigener Schornstein:	Schornstein, der mit einer Feuerstätte belegt ist
gemeinsamer Schornstein:	Schornstein, der mit mehreren Feuerstätten des gleichen Brennstoffes belegt ist
einzügiger Schornstein:	Schornstein mit einem Rauchrohr für eine oder mehrere Feuerstätten mit gleichem Brennstoff
mehrzügiger Schornstein:	Schornstein mit mehreren Rauchrohren und Feuerstätten mit unterschiedlichen Brennstoffen

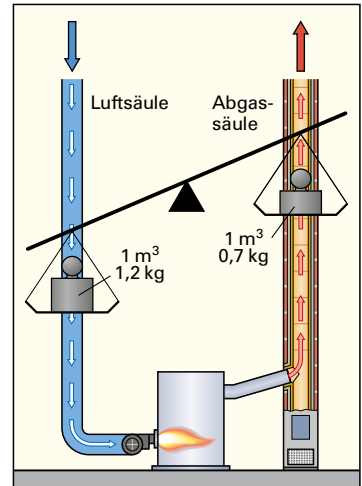


Bild 1: Wirkungsweise des Schornsteinzuges

16.2 Wirkungsweise des Schornsteins

Abgase sind alle Gase, die bei der Verbrennung von festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen entstehen.

Durch die bei der Verbrennung entstehende Wärme haben die Abgase eine höhere Temperatur als die zugeführte Luft aus dem Freien. Aufgrund des Dichteunterschiedes entsteht im Schornstein eine Auftriebskraft, die man als **Schornsteinzug** bezeichnet. Je größer der Dichte- und Temperaturunterschied zwischen Abgas und Außentemperatur ist, desto größer ist der Schornsteinzug (**Bild 1**).

Ist der Schornsteinzug zu gering, schlägt sich Wasserdampf an der Schornsteininnenwand nieder und verbindet sich mit den Verbrennungsrückständen zu Säuren und Laugen, dem **Kondensat**. Dieses kann das Rauchrohr sowie die Wände gemauerter Schornsteine angreifen und zerstören. Man spricht vom Versotten des Schornsteins. Zudem können abgelagerte Rußpartikel zu Rußbränden führen.

Abgasanlagen werden in Rauchgas- und Abgasschornsteine unterschieden. **Rauchgasschornsteine** leiten die Verbrennungsgase fester (Kohle, Holz) oder auch flüssiger Brennstoffe (Heizöl) ab. In **Abgasschornsteinen** werden insbesondere die Verbrennungsgase gasförmiger Brennstoffe (Erdgas, Flüssiggas) abgeleitet. Sie können auch für die Abgase von Heizöl geeignet sein. Die Art der abgeleiteten Gase wird in Zeichnungen mit Symbolen dargestellt (**Bild 2**).

Hauptelemente der Brennstoffe sind Kohlenstoff und Wasserstoff, bei Öl auch Sauerstoff. Bei der Verbrennung verbinden sich die Brennstoffe mit dem Sauerstoff aus der Luft, wobei Wärme frei wird (Oxydation). Als Verbrennungsrückstände verbleiben Asche (fest) und Abgase (gasförmig), die eine verstärkte Umweltbelastung darstellen (**Bild 3**).

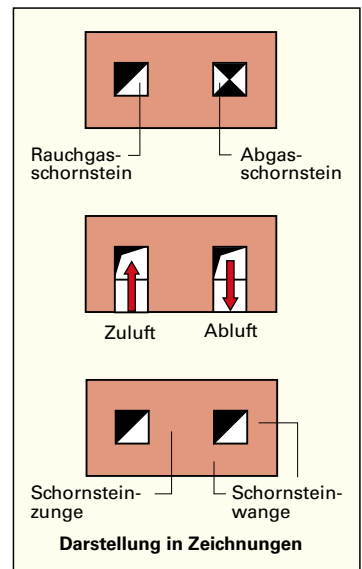


Bild 2: Begriffe und Bezeichnungen am Schornstein

Hauptbestandteile von Abgasen	
Stickstoff	N ₂
Kohlenstoffdioxid	CO ₂
Schwefeldioxid	SO ₂
Wasserdampf	H ₂ O
Ruß (Kohlenstoff)	C

Bild 3: Abgasbestandteile



18.4.6 Energie- und Kosteneinsparung

Verschiedene Aspekte motivieren bei der Energie- und Kosteneinsparung in Gebäuden.

Umweltpolitisch besteht in Zeiten des Klimawandels und der Energiewende die Notwendigkeit den CO_2 -Ausstoß zu minimieren. Dies kann durch die Vermeidung fossiler Energieträger wie Öl, Kohle und Gas erreicht werden.

Wirtschaftlich gesehen wird der Gebrauch fossiler Energieträger im Vergleich zu erneuerbaren Energien teurer. Bedingt durch die Endlichkeit der Ressourcen steigen die Preise stetig.

Elektrotechnisch kann die Einsparung von bezogener Energie aus dem öffentlichen Stromnetz die Kosten für einen Netzausbau verringern, da die Leitungen weniger belastet werden.

Fotovoltaik- und Kleinwindkraftanlagen helfen zusätzlich erneuerbare Energie selbst zu erzeugen und zu nutzen. Da die Ressourcen Sonne und Wind nicht immer verfügbar sind, bedarf es zusätzlicher Energiespeichersysteme, um den Grad an selbstgenutzter Energie zu steigern. Überschüssige Energie wird in das Stromnetz eingespeist und fehlende Energie aus dem Stromnetz bezogen.

Die selbst erzeugte Energie kann im Gebäude selbst verbraucht, in Akkumulatoren gespeichert oder ins öffentliche Netz eingespeist werden (**Bild 1**).

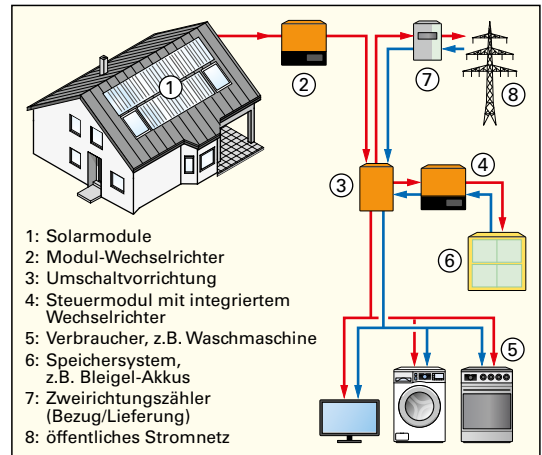


Bild 1: Fotovoltaikanlage in einem Wohnhaus mit Energiemanagementsystem (vereinfacht)

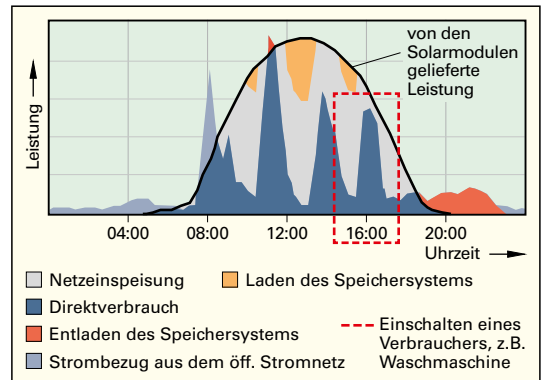


Bild 2: Tagesverlauf des Energiemanagements

Ein **Energiemanagementsystem** optimiert den Eigenverbrauch. Ist genügend selbst erzeugter Strom vorhanden, so werden zeitlich flexible Verbraucher, wie z. B. Wasch- oder Spülmaschinen, automatisch eingeschaltet oder das Speichersystem geladen (**Bild 2**).

Durch digitale Vernetzung der Anlagen und Geräte ist von einem intelligenten Stromnetz (Smart-Grid) die Rede. Über einzelne Gebäude hinaus trägt die Vernetzung zur Netzstabilität bei.

Der beste Weg Kosten zu sparen, liegt in der Reduzierung des Energiebedarfs.

Energielabel helfen dabei die Effizienz eines Elektrogerätes einzuschätzen und zu vergleichen. Aus umwelttechnischer Sicht ist allerdings auch die spätere Entsorgung zu berücksichtigen. So ist eine Energiesparleuchte sehr effizient, durch Schwermetalle wie Quecksilber jedoch Sondermüll.

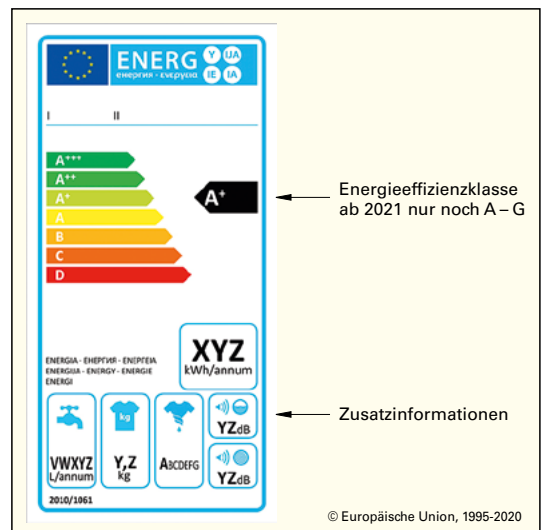


Bild 3: Energielabel einer Waschmaschine

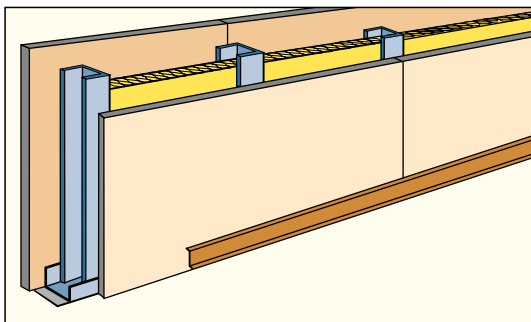


Bild 1: Metall-Einfachständerwand

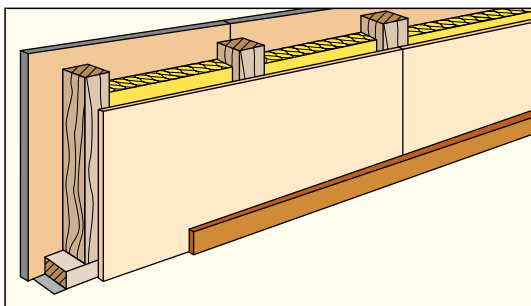


Bild 2: Holz-Einfachständerwand

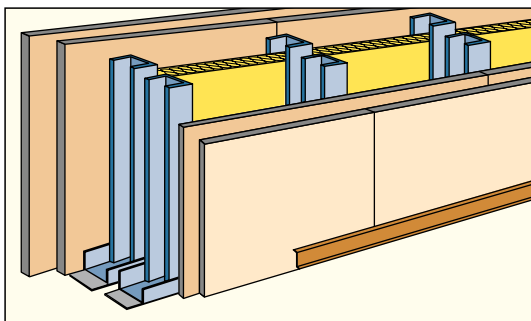


Bild 3: Metall-Doppelständerwand

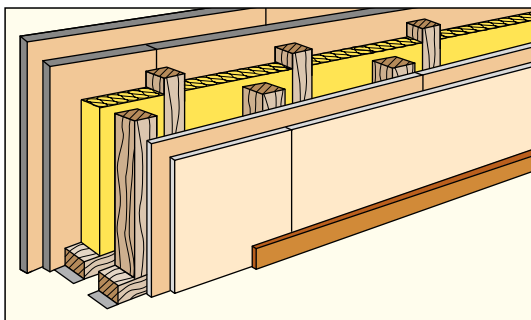


Bild 4: Holz-Doppelständerwand

Ständerwände erfüllen neben der Raumabtrennung auch noch Anforderungen an den Schall- und Brandschutz sowie an den Wärmeschutz. Dazu sind die Hohlräume mit Dämmstoffen auszukleiden. Zusätzlich können die Hohlräume zwischen den Beplankungsebenen für Installationszwecke, wie z.B. für Elektroleitungen, genutzt werden.

Nach Konstruktionsart und Funktion unterscheidet man z.B. Einfachständerwände, Doppelständerwände und Installationswände. Eine weitere Bauart von Trockenbauwänden sind die Wände aus Gips-Wandbauplatten.

18.7.2.1 Einfachständerwände

Einfachständerwände können als Montagewände in Metallständerkonstruktion oder Holzständerkonstruktion ausgeführt werden. Dabei sind die Ständer als Unterkonstruktion in einer Ebene angeordnet und beidseitig, z.B. mit Gipsplatten des entsprechenden Plattentyps, beplankt.

Besteht die Unterkonstruktion aus Metallprofilen, so werden an Decke oder Unterdecke und Boden U-Wandprofile (UW-Profile) montiert. Die C-Wandprofile (CW-Profile) werden in diese Anschlussprofile lose eingestellt und ausgerichtet sowie die Wandanschlussprofile mit den Wänden verschraubt. Öffnungen, wie z.B. für Türen oder Oberlichter, werden durch entsprechende Auswechslungen oder Sonderprofile hergestellt und in das Ständeraster integriert. Danach werden die Beplankungen aufgeschraubt, Dämmstoffe eingestellt oder Installationen verlegt (**Bild 1**).

Bei einer Unterkonstruktion aus Holzrahmen entspricht das Konstruktionsprinzip dem der Metallkonstruktion. Dabei werden an der Decke ein Rähm und am Boden eine Schwelle angeordnet, an denen man die Holzständer über geeignete Holzverbinder verschraubt (**Bild 2**). Die Beplankung der Einfachständerwände kann je nach den Anforderungen an den Schall- oder Brandschutz einlagig oder mehrlagig ausgeführt werden. Die Wanddicken richten sich zusätzlich nach den statischen Anforderungen im jeweiligen Einbaubereich.

18.7.2.2 Doppelständerwände

Doppelständerwände werden wie die Einfachständerwände in Metall- oder Holzkonstruktion hergestellt. Dabei besteht die Unterkonstruktion aus zwei im Abstand stehenden, getrennten Ständerreihen, die gegenseitig versetzt sind (**Bild 3** und **4**). Stehen sie eng nebeneinander, sind die Ständer berührungsfrei anzuordnen, getrennt durch einen



$$\text{Anzahl der Teiler} = \frac{\text{Ansetzmaß (cm)}}{\text{Koordinierungsmaß (cm)}}$$

Die Anzahl der Teiler ergibt neben den ganzen Fliesen meist noch einen Rest. Ist dieser Rest größer als die Hälfte der jeweiligen Fliesenabmessung, plant man nur **einen** Fliesenstreifen ein. Dieser Streifen wird am Rand der Fliesenfläche angeordnet. Bei einem Rest kleiner als die Hälfte der jeweiligen Fliesenabmessung werden aus optischen Gründen **zwei** Fliesenstreifen geplant. Dabei wird die ermittelte ganze Teilerzahl um einen Teiler verringert und zum Rest addiert. Der um einen Teiler vergrößerte Rest wird halbiert und ergibt das Planmaß für die Fliesenstreifen. Diese werden an beiden Rändern der Fliesenfläche angeordnet.

Für das Zuschchnittmaß der Fliesenstreifen wird eine Fugenbreite abgezogen und das Ergebnis danach halbiert. Das Fugenbild der Fliesenfläche ist damit ausgemittelt.

Beispiel: Ansatzplan für eine Wandfläche (Bild 1)

Ausführungsbezogene Vorgaben für die Wandbreite

- Wandmaße: Breite 1,51 m
- Höhen: OK RFB –0,10 m; OK FFB +0,00 m
- Wände verputzt; Putzdicke 1,0 cm
- Fliesenformat: Koordinierungsmaß (cm) 20 x 20, Werkmaß (mm) 195 x 195, Fugenmaß 5 mm
- Ansetzart: Dünnbettverfahren
- Fugenbild: Fugenschnitt
- Randfuge: 5 mm

Beispiel: Berechnung der Teilermaße und Teilerstreifen für die Wandbreite

Teileranzahl der Breite: $\frac{148 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 7,4$

Da der Teilerrest $0,4 < 0,5$ der Fliesenbreite ist, werden 2 Teilerstreifen und 6 ganze Fliesen geplant.

Breite des Fliesenstreifens (mit Fuge): $\frac{1,4 \times 20 \text{ cm}}{2} = 14,0 \text{ cm}$

Zuschnittbreite des Fliesenstreifens: $\frac{1,4 \times 20 \text{ cm} - 0,5 \text{ cm}}{2} = 13,75 \text{ cm}$

Auf der Grundlage dieser Berechnungen kann nun der Ansetzplan gezeichnet werden (**Bild 2**). Bei der Berechnung der Teilermaße und Teilerstreifen für die Wandhöhe ist entsprechend vorzugehen.

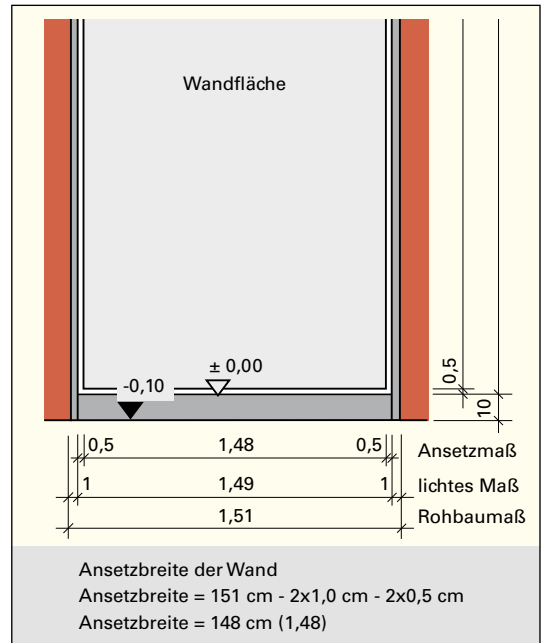


Bild 1: Abmessungen im Ansetzplan

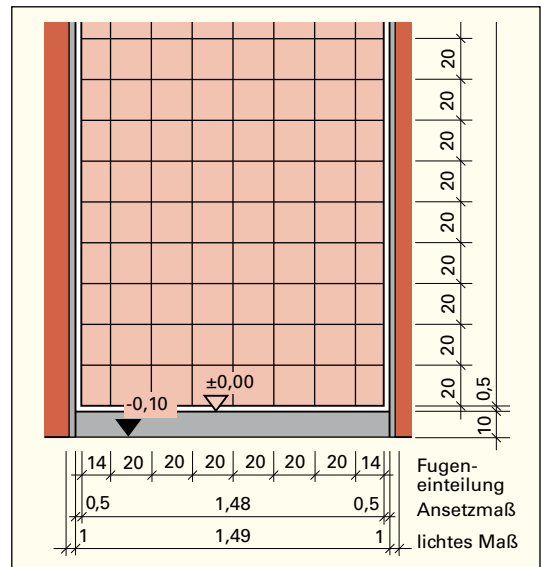


Bild 2: Ansatzplan

Aufgaben

- 1 Nennen Sie die Herstellungsverfahren mit den dazugehörigen Arten der Fliesen und Platten.
- 2 Unterscheiden Sie zwischen Nennmaß und Herstellmaß.
- 3 Begründen Sie die Einteilung der Fliesen und Platten in Beanspruchungsgruppen.
- 4 Wählen Sie für die Wandbekleidung und den Bodenbelag eines Wohnbades und einer Küche die geeigneten Fliesen oder Platten aus. Begründen Sie die Auswahl.
- 5 Nennen Sie die verschiedenen Fugenausbildungen und erklären Sie deren Konstruktion.