



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Bautechnik

Bautechnik

Fachkunde

für

Maurer/Maurerinnen,

Beton- und Stahlbetonbauer/

Beton- und Stahlbetonbauerinnen,

Zimmerer/Zimmerinnen und

Bauzeichner/Bauzeichnerinnen



17., überarbeitete Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und von Ingenieuren

Lektorat: Dipl.-Ing. (FH) Horst Werner

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG

Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 40222

Autoren der Fachkunde Bau:

Ballay, Falk	Dipl.-Gewerbelehrer	Dresden
Frey, Hansjörg	Dipl.-Ing.	Göppingen
Hein, Stefan	Dipl.-Ing.	Kernen
Herrmann, August	Dipl.-Ing. (FH)	Schwäbisch Gmünd
Kuhn, Volker	Dipl.-Ing., Architekt	Höpfingen
Lindau, Doreen	Dipl.-Ing.	Braunschweig
Nutsch, Wolfgang	Dipl.-Ing. (FH)	Leinfelden
Stemmler, Christian	Dipl.-Gewerbelehrer	Wertheim
Traub, Martin	Oberstudienrat a.D.	Essen
Uhr, Ulrich	Dipl.-Ing.	Rheinfelden
Waibel, Helmuth	Bauingenieur	Biberach
Werner, Horst	Dipl.-Ing. (FH)	Tauberbischofsheim

Leitung des Arbeitskreises:

Horst Werner, Dipl.-Ing. (FH)

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro Irene Lillich, Schwäbisch Gmünd

Fotonachweis zum Titelbild:

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

17. Auflage 2018

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 978-3-8085-4468-6

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

© 2018 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: Konrad Tritsch Print und digitale Medien GmbH, 97199 Ochsenfurt-Hohestadt

Vorwort

Die **Fachkunde Bau** deckt die Inhalte der „Verordnung über die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft“ sowie die Rahmenlehrpläne für die beruflichen Schulen ab. Für den Unterricht nach Lernfeldern ist die Fachkunde Bau zusammen mit den Bautechnikbüchern des Verlages Europa-Lehrmittel **Fachmathematik mit Formeln und Tabellen, Technisches Zeichnen** und **Tabellenbuch Bautechnik** eine hervorragende Informationsquelle für technologische und konstruktive Fragen. Die Fachkunde Bau erleichtert damit das Vermitteln von Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen.

Die der Fachkunde Bau beigelegte **CD-ROM** mit allen im Buch enthaltenen Abbildungen und Tabellen ist für die Schüler gedacht und hilft, eigene Präsentationen und Ausarbeitungen zu gestalten.

Die **CD-ROM als Lehrerversion** enthält zusätzlich über 400 ausgewählte interaktive Abbildungen zur schrittweisen Erarbeitung von Sachverhalten und zur Erstellung von Unterrichtsvorbereitungen.

Die Fachkunde Bau ermöglicht damit

- die **Bearbeitung von Projekten** mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad,
- das **schnelle Auffinden von Daten und konstruktiven Details** durch den sachlogischen Aufbau des Buches,
- das **selbstständige Aneignen von Kenntnissen** durch leicht verständliche Texte sowie durch anschauliche Abbildungen und Grafiken,
- das **Üben und Vertiefen des Gelernten** durch zahlreiche projektorientierte Aufgaben sowie
- das **Erstellen von Arbeitsberichten und Präsentationen**.

Die Fachkunde Bau eignet sich besonders für den Unterricht an Berufsschulen und in der überbetrieblichen Ausbildung sowie für Meister- und Technikerschulen. Sie kann ebenso zur Beantwortung von Fragen im Praktikum, zur Vorbereitung auf ein bautechnisches Studium oder studienbegleitend zur Klärung von Grundlagen und Fachbegriffen dienen. Nicht zuletzt ist das Buch im Büro und auf der Baustelle als Nachschlagewerk ein nützlicher Helfer.

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

In der **überarbeiteten 17. Auflage** der **Fachkunde Bau** sind Normänderungen, Berichtigungen und Ergänzungen, Änderungen bei Formelbuchstaben, bei Kurzzeichen und bei fachlichen Inhalten vorgenommen worden.

Im Kapitel **Baustoffe** wurden der **Formulierte Kalk** und die **Putzmörtelkategorien** neu aufgenommen sowie die **Charakteristischen Festigkeitswerte** von **Holz** aktualisiert. Beim **Baugrund** und den **Gründungen** wurden die **Homogenbereiche von Boden und Fels** sowie die **Fundamentbemessung** nach den neuen Normen beschrieben. Änderungen in der **Baunutzungsverordnung** wurden im Kapitel **Bauplanung** berücksichtigt. Aktualisiert und ergänzt wurde auch der **Stahlbetonbau**, beispielsweise die **Verbundbedingungen** bei der Verankerung.

Im **Holzbau** wurden die **Befestigungstechnik** und der **Holztafelbau** erweitert. Der **Wärmeschutz** wurde um moderne **Hochleistungsdämmstoffe** ergänzt. Der **Wegfall des Ü-Zeichens** bei europäisch harmonisierten Bauprodukten wurde berücksichtigt. Im Kapitel **Straßenbau** wurden die **Knotenpunktgestaltung** detaillierter beschrieben und die **Straßenausstattung** neu aufgenommen.

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	Naturwissenschaftliche Grundlagen	
2.1	Chemische Grundlagen	18
2.1.1	Stoff und Körper	18
2.1.2	Arten der Stoffe	19
2.1.3	Chemische Elemente	19
2.1.3.1	Periodensystem der Elemente	20
2.1.4	Chemische Verbindungen	21
2.1.4.1	Chemische Gleichungen	21
2.1.4.2	Synthese, Analyse	22
2.1.5	Gemenge	22
2.1.5.1	Lösungen	22
2.1.5.2	Dispersioen	22
2.1.5.3	Legierungen	22
2.1.6	Wichtige Grundstoffe und ihre Verbindungen	23
2.1.6.1	Sauerstoff (O)	23
2.1.6.2	Wasserstoff (H)	23
2.1.6.3	Kohlenstoff (C)	24
2.1.7	Säuren	25
2.1.8	Laugen	26
2.1.9	Salze	27
2.1.10	Wasser	28
2.1.11	Umweltbelastung und Umweltschutz	29
2.2	Physikalische Grundlagen	31
2.2.1	Physikalische Größen	31
2.2.2	Volumen, Masse, Dichte, Porigkeit	32
2.2.3	Kohäsion, Zustandsformen, Adhäsion	33
2.2.4	Oberflächenspannung, Kapillarität	34
2.2.5	Mechanische Eigenschaften fester Körper	34
2.2.6	Kräfte	36
2.2.6.1	Begriff der Kraft	36
2.2.6.2	Gewichtskraft und Gewicht	36
2.2.6.3	Wirkung und Darstellung von Kräften	36
2.2.6.4	Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften	37
2.2.6.5	Hebel, Moment	38
2.2.7	Einwirkungen auf Bauwerke	39
2.2.8	Festigkeit und Spannung	40
2.2.8.1	Druckbeanspruchung	40
2.2.8.2	Zugbeanspruchung	40
2.2.8.3	Biegebeanspruchung	41
2.2.8.4	Knickbeanspruchung	41
2.2.8.5	Scherbeanspruchung	41
2.2.8.6	Schubbeanspruchung	41
2.2.8.7	Torsionsbeanspruchung	41
2.2.8.8	Kippen und Gleiten	42
2.2.9	Druck in Flüssigkeiten	42
2.2.10	Wärme	43
2.2.10.1	Temperatur und Temperaturmessung	43
2.2.10.2	Wärmemenge	43
2.2.10.3	Spezifische Wärmekapazität	43
2.2.10.4	Wärmespeicherfähigkeit	44
2.2.10.5	Wärmewirkungen	44
2.2.10.6	Wärmequellen	46
2.2.10.7	Wärmeübertragung	46
2.2.11	Luftfeuchtigkeit	48
2.2.12	Schall	48
2.2.12.1	Entstehung des Schalls	48
2.2.12.2	Ausbreitung des Schalls	48
2.2.12.3	Messung des Schalls	49
2.3	Elektrotechnische Grundlagen	50
2.3.1	Verteilung der elektrischen Energie	50
2.3.2	Betriebs- und Arbeitssicherheit	51
2.3.3	Schutzmaßnahmen	52
2.3.4	Schutzarten, Schutzklassen	54
2.3.5	Elektrische Anlagen auf Baustellen	54
3	Baustoffe	
3.1	Natürliche Bausteine	56
3.1.1	Entstehung der Natursteine	56
3.1.2	Natursteinarten	57
3.1.2.1	Erstarrungsgesteine	57
3.1.2.2	Ablagerungsgesteine	58
3.1.2.3	Umwandlungsgesteine	58
3.1.2.4	Zusammensetzung der Natursteine	58
3.1.2.5	Eigenschaften der Natursteine	59
3.2	Industriell hergestellte Steine	60
3.2.1	Gebrannte Steine	60
3.2.1.1	Mauerziegel als Voll- und Hochlochziegel	60
3.2.1.2	Wärmedämmziegel und Hochlochziegel	62
3.2.1.3	Planziegel	62
3.2.1.4	Vormauerziegel	62
3.2.1.5	Klinker und Keramikklinker	62
3.2.1.6	Sonderziegel	63
3.2.1.7	Steingut	63
3.2.1.8	Steinzeug	64
3.2.1.9	Feuerton	64
3.2.2	Ungebrannte Steine	64
3.2.2.1	Kalksandsteine	65
3.2.2.2	Normalbetonsteine	67
3.2.2.3	Leichtbetonsteine	68
3.2.2.4	Porenbetonsteine	70
3.3	Glas	72
3.3.1	Glaserzeugnisse	72
3.3.1.1	Flachglas	72
3.3.1.2	Pressglas und Profilbauglas	74
3.3.1.3	Glasfasern	74
3.3.1.4	Geschäumtes Glas	74

3.4 Bindemittel	75	3.8.1.2 Werkmauermörtel	101
3.4.1 Baukalke	75	3.8.2 Mauer Mörtel	101
3.4.1.1 Luftkalke	75	3.8.2.1 Mörtelgruppen und ihre Anwendung	101
3.4.1.2 Hydraulische Kalke	76	3.8.2.2 Eigenschaften von Frischmauermörtel	102
3.4.2 Zemente	76	3.8.2.3 Eigenschaften von Festmörtel	102
3.4.2.1 Herstellung	76	3.8.2.4 Mauermörtelarten	103
3.4.2.2 Arten und Zusammensetzung	77	3.8.3 Estrichmörtel	103
3.4.2.3 Eigenschaften und Verwendung	79	3.8.4 Putzmörtel	104
3.4.3 Baugipse	80	3.9 Holz	105
3.4.4 Calciumsulfat-Binder und Calciumsulfat-Compositbinder	82	3.9.1 Wachstum und Aufbau des Holzes	105
3.4.5 Mischbinder	82	3.9.1.1 Holzzellen	106
3.4.6 Putz- und Mauerbinder	83	3.9.1.2 Aufbau des Holzes	107
3.4.7 Bitumen	83	3.9.1.3 Zusammensetzung des Holzes	108
3.4.7.1 Herstellung	83	3.9.1.4 Ökologische Bedeutung des Holzes	108
3.4.7.2 Eigenschaften	84	3.9.2 Eigenschaften des Holzes	109
3.4.7.3 Prüfverfahren	84	3.9.2.1 Dauerhaftigkeit	109
3.4.7.4 Verwendung	85	3.9.2.2 Dichte	109
3.4.8 Asphalt	88	3.9.2.3 Härte	110
3.4.8.1 Mineralstoffe	88	3.9.2.4 Festigkeit	110
3.4.8.2 Herstellung von Asphaltmischgut	88	3.9.2.5 Leit- und Dämmfähigkeit	111
3.4.8.3 Einbau von Walzasphalt	89	3.9.2.6 Arbeiten des Holzes	111
3.4.8.4 Asphaltmischgutarten	89	3.9.3 Holztrocknung	113
3.5 Gesteinskörnung	91	3.9.3.1 Bestimmung der Holzfeuchte	113
3.5.1 Eigenschaften	91	3.9.3.2 Trocknungsvorgang	113
3.5.1.1 Dichte	91	3.9.3.3 Natürliche Holztrocknung	114
3.5.1.2 Kornform	91	3.9.3.4 Künstliche Holztrocknung	114
3.5.1.3 Korngrößen	92	3.9.4 Holzarten	115
3.5.1.4 Kornfestigkeit	92	3.9.4.1 Europäische Nadelhölzer	115
3.5.1.5 Widerstand gegen Frost	92	3.9.4.2 Europäische Laubhölzer	116
3.5.1.6 Schädliche Bestandteile	92	3.9.4.3 Außereuropäische Nadelhölzer	117
3.5.1.7 Regelanforderungen	92	3.9.4.4 Außereuropäische Laubhölzer	118
3.5.1.8 Geometrische Anforderungen	93	3.9.5 Holzfehler	119
3.5.2 Prüfung	93	3.9.6 Holzschädlinge	120
3.5.3 Oberflächenfeuchte	93	3.9.6.1 Holzzerstörende Pilze	120
3.5.4 Arten	94	3.9.6.2 Holzzerstörende Insekten	122
3.5.4.1 Gesteinskörnung aus natürlichem Gestein	94	3.9.7 Holzschutz	123
3.5.4.2 Industriell hergestellte Gesteinskörnung	94	3.9.7.1 Vorbeugender Holzschutz	124
3.5.5 Gesteinskörnung für Mörtel	94	3.9.7.2 Holzschutz nach dem Befall durch Holzschädlinge	126
3.5.6 Gesteinskörnung für Beton	94	3.9.8 Handelsformen des Vollholzes	127
3.5.6.1 Kornzusammensetzung	94	3.9.8.1 Baurundholz	127
3.5.6.2 Größtkorn	97	3.9.8.2 Schnittholz	128
3.5.6.3 Mehlkorngehalt	97	3.9.8.3 Hobelwaren und Leisten	129
3.6 Zugabewasser	97	3.9.9 Furniere	130
3.7 Betonzusätze	98	3.9.9.1 Furniere	130
3.7.1 Betonzusatzmittel	98	3.9.9.2 Sperrholz	131
3.7.1.1 Betonverflüssiger (BV)	98	3.9.9.3 Spanplatten	131
3.7.1.2 Luftporenbildner (LP)	99	3.9.9.4 Faserplatten	132
3.7.1.3 Verzögerer (VZ)	99	3.9.9.5 Holzwerkstoffe für tragende Bauteile	133
3.7.1.4 Beschleuniger (BE)	99	3.9.9.6 Mineralisch gebundene Holzwerkstoffe	133
3.7.1.5 Dichtungsmittel (DM)	99	3.10 Metalle	134
3.7.1.6 Einpresshilfen (EH)	99	3.10.1 Eisenwerkstoffe	134
3.7.1.7 Stabilisierer (ST)	99	3.10.1.1 Gusseisen	134
3.7.2 Betonzusatzstoffe	100	3.10.1.2 Stahl	135
3.8 Mörtel	100	3.10.1.3 Stahlarten	135
3.8.1 Mörtelherstellung	100	3.10.1.4 Handelsformen von Baustahl	136
3.8.1.1 Baustellenmörtel	101	3.10.2 Betonstahl	137
		3.10.2.1 Betonstabstahl	137
		3.10.2.2 Betonstahl in Ringen, Bewehrungsdräht	138

3.10.2.3	Betonstahlmatten	138
3.10.2.4	Prüfung von Betonstahl	140
3.10.3	Spannstahl	141
3.10.4	Rippenstreckmetall	141
3.10.5	Nichteisenmetalle	142
3.10.6	Korrosion	143
3.10.6.1	Chemische Korrosion	143
3.10.6.2	Elektrochemische Korrosion	143
3.10.6.3	Korrosionsschutz	144
3.11	Kunststoffe	146
3.11.1	Aufbau, Eigenschaften und Bezeichnung	146
3.11.2	Arten	147
3.11.2.1	Thermoplaste	147
3.11.2.2	Duroplaste	148
3.11.2.3	Elastomere	150
3.11.2.4	Silikone	151
4	Bauplanung	
4.1	Arten der Bauplanung	152
4.2	Grundlagen der Bauplanung	152
4.2.1	Baurechtliche Grundlagen	152
4.2.1.1	Baugesetzbuch (BauGB)	153
4.2.1.2	Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung BauNVO)	153
4.2.1.3	Umweltschutzgesetze	154
4.2.1.4	Bauordnungen der Länder	154
4.2.1.5	Flächennutzungsplan (FNP)	156
4.2.1.6	Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen	156
4.2.1.7	Bebauungsplan (Beb.-Pl.)	157
4.2.1.8	Veränderungssperre, Zurückstellung von Baugesuchen	157
4.2.2	Technische Grundlagen	158
4.2.2.1	Technische Vorschriften, Ausführungs-Verordnungen, Richtlinien	159
4.2.2.2	DIN-Normen, Vergabeordnungen	159
4.2.2.3	Merkblätter, Hinweise, Prüfzeugnisse	159
4.3	Phasen der Bauplanung mit Baudurchführung	159
4.4	Baugenehmigungsverfahren	161
4.5	Planmaßstäbe	162
4.6	Baukostenplanung	162
4.7	Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung von Bauleistungen (AVA)	163
4.7.1	Ausschreibung und Vergabe	164
4.7.1.1	Arten der Ausschreibung und Vergabe	165
4.7.1.2	Arten der Bauverträge	166
4.7.2	Abrechnung	166
5	Baubetrieb	
5.1	Arbeitsvorbereitung	167
5.1.1	Bauverfahren	167
5.1.2	Bauzeit	168
5.1.2.1	Ermittlung der Bauzeit	168
5.1.2.2	Darstellung der Bauzeit	169
5.1.3	Baustelleneinrichtung	170
5.1.3.1	Planung der Baustelleneinrichtung	170
5.1.3.2	Erschließung der Baustelle	171
5.1.3.3	Verkehrssicherung der Baustelle	171
5.1.3.4	Fördergeräte und Hebezeuge	174
5.1.3.5	Unterkünfte und Magazine	175
5.1.3.6	Lager- und Werkflächen	177
5.1.3.7	Baustoffrecycling	178
5.2	Überwachung der Bauausführung	179
5.2.1	Berichtswesen	179
5.2.1.1	Bautagebuch	179
5.2.1.2	Leistungsmeldung	180
5.2.2	Baukontrolle	180
5.3	Sicherheitstechnik	181
5.3.1	Unfallverhütung	181
5.3.2	Verhalten bei Unfällen	182
5.4	Gerüste	182
5.4.1	Schutzgerüste	183
5.4.1.1	Fanggerüste	183
5.4.1.2	Dachfanggerüste	183
5.4.1.3	Schutzdächer	184
5.4.2	Arbeitsgerüste	184
5.4.2.1	Gerüstbauteile	185
5.4.2.2	Gerüstarten	187
5.4.2.3	Auf- und Abbau von Gerüsten	190
5.5	Bauvermessung	191
5.5.1	Abstecken von Punkten	191
5.5.1.1	Bezeichnen von Punkten im Gelände	191
5.5.1.2	Fluchten	191
5.5.2	Längenmessung	192
5.5.3	Winkelmessung	194
5.5.3.1	Abstecken von rechten Winkeln mit Längenmesszeugen	194
5.5.3.2	Abstecken rechter Winkel mit Kreuzscheibe und Winkelprisma	195
5.5.3.3	Abstecken beliebig großer Winkel	195
5.5.4	Höhenmessung	196
5.5.5	Bauvermessung mit Laser-Instrumenten	199
5.5.6	Aufnahme von Längs- und Querprofilen	201
5.5.6.1	Aufnahme von Längsprofilen	201
5.5.6.2	Aufnahme von Querprofilen	202
5.5.7	Bauabsteckung	202
5.5.8	Schnurgerüst	202
6	Baugrund, Gründungen, Entwässerung	
6.1	Baugrund	205
6.1.1	Baugruben, Baugrubensicherung	205
6.1.1.1	Baugruben	205
6.1.1.2	Baugrubensicherung	206
6.1.1.3	Homogenbereiche von Boden und Fels	209
6.1.2	Druckverteilung im Boden	210
6.1.3	Gebäudesetzung und Grundbruch	210
6.1.4	Verhalten des Bodens bei Frost	211
6.1.5	Wasserhaltung	211

6.2	Gründungen	212	7.4.1.1	Werkzeuge und Geräte	242
6.2.1	Flachgründungen	212	7.4.1.2	Rüstzeug	242
6.2.2	Tiefgründungen	215	7.4.2	Arbeitsplatz	242
6.2.3	Fundamenteerde	215	7.4.3	Arbeitsverfahren	243
6.3	Haus- und Grundstücksentwässerung	216	7.4.3.1	Anlegen und Hochmauern	243
6.3.1	Abwasserarten	216	7.4.3.2	Mauern mit großformatigen Steinen	244
6.3.1.1	Häusliches Abwasser	216	7.4.3.3	Mauern mit Plansteinen	246
6.3.1.2	Industrielles Abwasser	217	7.4.3.4	Mauern von Trockenmauerwerk	246
6.3.1.3	Oberflächenwasser	217	7.4.3.5	Mauern mit Vermörtelung durch Gießmörtel	247
6.3.2	Abwasserleitungsverfahren	217	7.4.3.6	Mauern mit Schalungssteinen	247
6.3.2.1	Trennverfahren	217	7.4.3.7	Rationelles Mauern	248
6.3.2.2	Mischverfahren	218	7.4.3.8	Fertigbauteile aus Mauerwerk	248
6.3.3	Abwasserleitungen	218	7.5	Mauerwerksarten	251
6.3.3.1	Rohrleitungsteile	219	7.5.1	Einschaliges Mauerwerk	251
6.3.4	Herstellen des Rohrgrabens	220	7.5.1.1	Hintermauerwerk	251
6.3.5	Verlegen der Rohre	220	7.5.1.2	Sichtmauerwerk	251
6.3.6	Kontrolleinrichtungen	221	7.5.1.3	Anschlüsse bei Mauerwerk	253
6.3.7	Verfüllen des Rohrgrabens	222	7.5.2	Zweischaliges Mauerwerk	254
7	Mauerwerksbau		7.5.2.1	Haustrennwände	254
7.1	Maßordnung	223	7.5.2.2	Außewände	254
7.1.1	Baurichtmaße und Steinformate	223	7.5.2.3	Ausbildung der Hinterlüftung	257
7.1.2	Rohbaumaße	223	7.5.2.4	Ausbildung des Sockelbereichs	257
7.1.2.1	Mauerdicken	223	7.5.2.5	Mauerwerksanschlüsse bei Fenstern und Türen	258
7.1.2.2	Mauerlängen	224	7.5.2.6	Einbau von Abfangungen	259
7.1.2.3	Mauerhöhen	224	7.5.2.7	Ausbildung von Bewegungsfugen	259
7.2	Mauerverbände	225	7.5.3	Aufschachten	261
7.2.1	Mittenverbände	225	7.5.3.1	Aufschachten im Fachwerkbau	261
7.2.1.1	Binderverband	226	7.5.3.2	Aufschachten im Skelettbau	261
7.2.1.2	Läuferverband	226	7.5.4	Mauerbögen und Gewölbe	262
7.2.1.3	Blockverband	226	7.5.4.1	Segmentbogen	262
7.2.1.4	Kreuzverband	227	7.5.4.2	Scheitrechter Bogen	262
7.2.2	Endverbände	227	7.6	Natursteinmauerwerk	263
7.2.2.1	Mauerenden	227	7.6.1	Mauersteine aus Naturstein	263
7.2.2.2	Mauerpfeiler	228	7.6.2	Verarbeitung	263
7.2.2.3	Vorlagen und Nischen	228	7.6.3	Mauerwerksarten	264
7.2.2.3	Rechtwinklige Maueranschlüsse	229	7.6.3.1	Trockenmauerwerk und Bruchstein- mauerwerk	264
7.2.3.1	Mauerecken	229	7.6.3.2	Schichtenmauerwerk	265
7.2.3.2	Mauereinbindungen	230	7.6.3.3	Gabionen	266
7.2.3.3	Mauerkreuzungen	230	7.7	Instandsetzung von Mauerwerk	267
7.2.4	Schiefwinkelige Maueranschlüsse	231	7.7.1	Bestandsaufnahme	267
7.2.4.1	Schiefwinkelige Mauerecken	231	7.7.2	Mauerwerkssanierung	268
7.2.4.2	Schiefwinkelige Mauereinbindungen	231	7.7.3	Mauerwerkstrockenlegung	269
7.2.4.3	Schiefwinkelige Mauerkreuzungen	232	7.7.4	Beseitigung von Salzen und Ausblühungen	271
7.2.5	Schorensteinverbände	232	7.7.5	Mauerwerksaustausch	271
7.2.6	Zierverbände	233	8	Schalungsbau	
7.3	Mauerwerk	234	8.1	Schalungsteile	272
7.3.1	Mauerwerksfestigkeit	234	8.1.1	Schalhaut	273
7.3.2	Tragfähigkeit gemauerter Wände	234	8.1.1.1	Schalungsplatten	273
7.3.3	Vereinfachter Tragfähigkeitsnachweis	235	8.1.1.2	Rahmenelemente	273
7.3.4	Mauerwerk für Wände	237	8.1.1.3	Schalkörper	273
7.3.4.1	Tragende Wände	237	8.1.2	Tragkonstruktion	274
7.3.4.2	Nichttragende Wände	238	8.1.2.1	Schalungsträger	274
7.3.4.3	Schlitzte und Aussparungen	239	8.1.2.2	Schalungsstützen	275
7.3.4.4	Fertigteile im Mauerwerk	240			
7.4	Mauern	242			
7.4.1	Arbeitsmittel	242			

8.1.2.3	Riegel	276	9.4	Qualitätssicherung	316
8.1.2.4	Schalungszwingen	276	9.4.1	Produktionskontrolle	316
8.1.2.5	Aussteifung	277	9.4.2	Konformitätskontrolle.....	316
8.2	Herstellen der Schalung	277	9.4.2.1	Konformitätskontrolle für Frischbeton ..	317
8.2.1	Einschalen	277	9.4.2.2	Konformitätsprüfung für Festbeton	317
8.2.2	Verspannen	278	9.5	Leichtbeton	319
8.2.3	Schalen von Aussparungen.....	279	9.5.1	Leichtbetonarten.....	319
8.3	Ausschalen	279	9.5.2	Zusammensetzung.....	319
8.3.1	Wartung und Lagern der Schalung	280	9.5.3	Eigenschaften	320
8.4	Schalungen für Bauteile	281	9.5.4	Verarbeitung	321
8.4.1	Fundamentschalungen.....	281			
8.4.2	Wandschalungen	281			
8.4.2.1	Ebene Wandschalungen	281	10	Stahlbetonbau	
8.4.2.2	Gekrümmte Wandschalungen	283	10.1	Stahlbeton	322
8.4.3	Stützenschalungen	284	10.1.1	Lage und Form der Bewehrung	323
8.4.4	Balkenschalungen.....	284	10.1.2	Betondeckung	324
8.4.5	Deckenschalungen	285	10.1.3	Bewehrungsrichtlinien	327
8.4.6	Treppenschalungen	285	10.1.3.1	Stababstände	327
8.4.7	Schalung für Sichtbeton.....	286	10.1.3.2	Biegungen	328
8.4.8	Großflächenschalung von Wänden und Decken	287	10.1.3.3	Verankerungen	329
8.4.8.1	Großflächige Wandschalungen	287	10.1.3.4	Stöße von Bewehrungen	331
8.4.8.2	Großflächige Deckenschalungen	288	10.1.3.5	Stabbündel	333
8.4.8.3	Objektschalungen	288	10.1.4	Beweihren	333
8.4.9	Kletterschalung	289	10.1.4.1	Vorbereiten der Bewehrung	333
8.4.10	Gleitschalung.....	290	10.1.4.2	Einbau der Bewehrung	336
9	Betonbau		10.1.5	Beweihung von Stahlbetonbauteilen	337
9.1	Arten und Normung	291	10.1.5.1	Fundamente	337
9.2	Frischbeton	292	10.1.5.2	Stahlbetonstützen	338
9.2.1	Erhärtungsphasen.....	292	10.1.5.3	Stahlbetonwände	340
9.2.2	Wasserzementwert	293	10.1.5.4	Stützwände	343
9.2.3	Konsistenz	294	10.1.6	Decken	344
9.2.3.1	Konsistenzklassen	295	10.1.6.1	Stahlbeton-Vollplatten	345
9.2.3.2	Prüfung der Konsistenz	296	10.1.6.2	Stahlbeton-Hohlplatten	347
9.2.4	Transportbeton	297	10.1.6.3	Plattenbalkendecken	347
9.2.5	Lieferung von Transportbeton	298	10.1.6.4	Stahlbetonrippendecken	348
9.2.5.1	Festlegung des Betons	298	10.1.6.5	Stahlbetonbalkendecken	349
9.2.5.2	Bestellung	299	10.1.6.6	Stahlsteindecken	350
9.2.5.3	Transport	299	10.1.6.7	Beweihung von Stahlbetonplatten	350
9.2.5.4	Übergabe	300	10.1.7	Stahlbetonbalken und Stahlbetonplatten- balken	357
9.2.6	Einbau	301	10.2	Instandsetzung von Stahlbetonbauten	361
9.2.6.1	Fördern	301	10.2.1	Einwirkungen auf Stahlbetonbauteile	361
9.2.6.2	Einbringen	302	10.2.1.1	Chemische Einwirkungen	361
9.2.6.3	Verdichten	303	10.2.1.2	Physikalische Einwirkungen	362
9.2.6.4	Nachbehandeln	306	10.2.1.3	Fehler bei der Bauausführung	363
9.2.6.5	Recycling von Restbeton	307	10.2.1.4	Korrosion der Bewehrung	363
9.2.6.6	Betonieren unter besonderen Bedingungen	307	10.2.2	Planung einer Instandsetzungs- maßnahme	363
9.2.6.7	Sonderbetoniertechniken	309	10.2.3	Instandsetzungsverfahren	364
9.3	Festbeton	311	10.2.4	Ausführung einer Instandsetzungs- maßnahme	364
9.3.1	Eigenschaften	311	10.2.4.1	Vorbereitung des Untergrundes	364
9.3.2	Festbetonklassifizierung	313	10.2.4.2	Wiederherstellen des Korrosionsschutzes	365
9.3.2.1	Druckfestigkeitsklassen	313	10.3	Spannbeton	366
9.3.2.2	Expositionsklassen und Feuchtigkeitsklassen	313	10.3.1	Prinzip des Spannbetons	366

10.3.6	Spannvorgang	369	12.4.1.2	Duroplastische Klebstoffe	399
10.3.7	Vorteile des Spannbetons	370	12.4.1.3	Kleber	399
11	Betonfertigteilbau		12.4.2	Brettschichtholz	400
11.1	Fertigteilbauweisen	371	12.4.3	Verklebte Kanthölzer	401
11.1.1	Skelettbauweise	371	12.4.4	Stegträger und Fachwerkträger	401
11.1.2	Tafelbauweise	373	12.5	Holzkonstruktionen	402
11.2	Herstellung und Montage von Fertigteilen	374	12.5.1	Holzwände	402
11.2.1	Herstellung	374	12.5.1.1	Fachwerkwand	402
11.2.2	Montage	374	12.5.1.2	Holzskelettbau	403
11.2.3	Elementwände	376	12.5.1.3	Holzrahmenbau	403
12	Holzbau		12.5.1.4	Holztafelbau	403
12.1	Bearbeitung von Holz	377	12.5.1.5	Blockbauweisen	407
12.1.1	Messen und Anreißen	377	12.5.1.6	Leichte Trennwände	407
12.1.2	Sägen	377	12.5.2	Holzdecken	408
12.1.2.1	Handsägen	377	12.5.2.1	Holzbalkendecken	408
12.1.2.2	Sägemaschinen	378	12.5.2.2	Massive Holzdecken	409
12.1.3	Hobeln	381	13	Stahlbau	
12.1.3.1	Handhobel	381	13.1	Stahlbearbeitung	410
12.1.3.2	Hobelmaschinen	381	13.1.1	Fügen	410
12.1.4	Stemmen	382	13.1.2	Trennen	410
12.1.4.1	Stemmwerkzeuge	382	13.1.3	Umformen	411
12.1.4.2	Kettenstemmmaschinen	382	13.2	Bauarten	411
12.1.5	Bohren	383	13.2.1	Fachwerkbauweise	411
12.1.5.1	Bohrerarten	383	13.2.2	Rahmenbauweise	412
12.1.5.2	Bohrmaschinen	383	13.2.2.1	Knotenpunkte	413
12.1.6	Schleifen	384	13.2.2.2	Arten der Verbindungen	413
12.1.6.1	Schleifmittel	384	13.2.2.3	Ausführung der Verbindungen	413
12.1.6.2	Maschinen zum Schleifen	384	13.3	Einbau von Stützen und Trägern	415
12.1.7	Unfallverhütungsvorschriften	384	13.3.1	Stahlstützen	415
12.2	Verbindungsmitte	385	13.3.2	Stahlträger	415
12.2.1	Nägel	385	13.3.3	Wandausbildung	416
12.2.2	Klammern	385	13.4	Schutzmaßnahmen	416
12.2.3	Schrauben	386	13.5	Stahlverbundbau	417
12.2.4	Dübel besonderer Bauart und Stabdübel	387	13.5.1	Verbundsicherung	417
12.2.5	Nagelplatten	387	13.5.2	Stahlverbundträger	417
12.2.6	Stahlbleche und Stahlblechformteile	388	13.5.3	Stahlverbunddecken	418
12.2.7	Verankerungselemente und Dübel	388	13.5.4	Stahlverbundstützen	418
12.3	Holzverbindungen	389	13.6	Sandwichelemente im Stahlbau	419
12.3.1	Längsverbindungen	390	14	Treppenbau	
12.3.2	Eckverbindungen	390	14.1	Bezeichnungen	421
12.3.3	Abzweigungen	390	14.2	Treppenformen	422
12.3.4	Kreuzungen	391	14.3	Treppenabmessungen	423
12.3.5	Versatz	392	14.3.1	Stufenmaße	423
12.3.6	Stabdübel- und Bolzenverbindungen	393	14.3.2	Treppenmaße	424
12.3.7	Dübelverbindungen	394	14.3.3	Stufenverziehung	425
12.3.8	Tragende Nagelverbindungen	395	14.3.3.1	Verziehen einer viertelgewendelten Treppe	426
12.3.8.1	Mindestholzdicken und Einschlagtiefen	396	14.3.3.2	Verziehen einer halbgewendelten Treppe	427
12.3.8.2	Mindestnagelabstände	396	14.4	Treppenaufbau	428
12.3.8.3	Herstellung von Nagelverbindungen	396	14.4.1	Steintreppen	428
12.3.8.4	Nagelverbindungen mit Stahlblechen	397	14.4.1.1	Treppenstufen	428
12.3.9	Nagelplattenverbindungen	397	14.4.1.2	Gemaute Treppen	429
12.4	Bauholzverklebung	398	14.4.1.3	Laufplattentreppen	430
12.4.1	Klebstoffe	398	14.4.1.4	Wangentreppen	431
12.4.1.1	Thermoplastische Klebstoffe	398			

14.4.1.5 Trägertreppen	431
14.4.1.6 Auflagerung von Treppen	431
14.4.1.7 Schallschutz bei Treppen	432
14.4.1.8 Treppenbrüstungen	434
14.4.2 Holztreppen	435
14.4.2.1 Werkstoffe für Holztreppen	435
14.4.3 Bauarten von Holztreppen	435
14.4.3.1 Wangentreppen.	435
14.4.3.2 Aufgesattelte Treppen	436
14.4.3.3 Einholmtreppen.	437
14.4.3.4 Abgehängte Treppen	437
14.4.3.5 Spindeltreppen	438
14.4.4 Treppengeländer.	439
15 Bautenschutz	
15.1 Dämmstoffe	440
15.2 Dicht- und Sperrstoffe	443
15.3 Wärmeschutz	445
15.3.1 Wärmeleitfähigkeit	445
15.3.2 Wärmedurchlasskoeffizient, Wärmedurchlasswiderstand	446
15.3.3 Wärmeübergangswiderstand	446
15.3.4 Wärmedurchgangswiderstand, Wärmedurchgangskoeffizient	447
15.3.5 Anforderungen an den Wärmeschutz	447
15.3.5.1 Anforderungen nach DIN 4108	447
15.3.5.2 Anforderungen nach der Energieeinspar- verordnung (EnEV 2014)	448
15.3.5.3 Ökologisches Bauen	452
15.3.6 Wärmedämmende Konstruktionen	454
15.3.6.1 Wärmedämmung bei Wänden	454
15.3.6.2 Wärmedämmung bei Decken	455
15.3.6.3 Wärmedämmung bei Wärmebrücken	455
15.3.6.4 Wärmedämmung bei Dächern	455
15.4 Feuchteschutz	457
15.4.1 Abdichtung gegen Bodenfeuchte	458
15.4.2 Abdichtung gegen drückendes Wasser	460
15.4.2.1 Wasserdruckhaltende hautartige Abdichtung	460
15.4.2.2 Baukörper aus wasserundurchlässigem Beton (WU-Beton) – Weiße Wanne	461
15.4.3 Fugen bei Bauwerken.	462
15.4.3.1 Fugenarten.	462
15.4.3.2 Fugendichtung	462
15.4.4 Dränung	464
15.4.4.1 Dränschicht	464
15.4.4.2 Dränleitung	464
15.4.4.3 Bautechnische Ausführung	465
15.4.4.4 Ringdränung	465
15.4.4.5 Flächendränung	465
15.4.5 Entstehung von Tauwasser	466
15.4.5.1 Tauwasser auf Bauteiloberflächen	466
15.4.5.2 Tauwasser im Bauteillinnern	466
15.5 Schallschutz	468
15.5.1 Schalldämmung	468
15.5.1.1 Luftschalldämmung	468
15.5.1.2 Trittschalldämmung	469
15.5.2 Schallschutz bei Wänden	469
15.5.3 Schallschutz bei Decken	471
15.5.4 Schallschutz durch Schallschluckung.	473
15.6 Brandschutz	473
15.6.1 Brandverhalten von Baustoffen und Bauprodukten	474
15.6.2 Brandverhalten von Bauteilen.	474
15.6.3 Brandschutzmaßnahmen für Bauteile	476
16 Abgasanlagen, Schornsteinbau	
16.1 Bezeichnungen bei Schornsteinen	478
16.2 Wirkungsweise	479
16.3 Bau von Schornsteinen	480
16.3.1 Anforderungen an Schornsteine.	480
16.3.2 Einflüsse auf den Schornsteinzug.	481
16.3.3 Kennzeichnung von Abgasanlagen	482
16.3.4 Schornsteinkonstruktionen	483
17 Dächer	
17.1 Dachteile und Dachformen	485
17.2 Dachtragwerke	486
17.2.1 Sparrendach	487
17.2.2 Kehlbalkendach.	487
17.2.3 Pfettendach	488
17.2.3.1 Pfettendächer mit stehendem Stuhl.	488
17.2.3.2 Abgestrebte und liegende Pfettendachstühle	489
17.2.4 Sprengwerk und Hängewerk.	490
17.2.5 Freigespannte Binder	490
17.2.5.1 Unterspannte Binder	490
17.2.5.2 Fachwerkbinden.	491
17.2.5.3 Rahmenbinder.	491
17.3 Dachneigung	492
17.4 Dachhaut	493
17.4.1 Unterdach, Unterdeckung und Unterspannung	493
17.4.2 Dachdeckung und Dachabdichtung	494
17.5 Geneigte Dächer	495
17.5.1 Schuppenartige Dachdeckung	495
17.5.1.1 Dachziegel	495
17.5.1.2 Dachsteine	495
17.5.1.3 Deckung mit Dachziegeln und Dachsteinen	496
17.5.1.4 Deckung mit Schiefer und Faserzement- Dachplatten	499
17.5.2 Deckung mit profilierten Tafeln.	501
17.5.2.1 Faserzement-Wellplatten	501
17.5.2.2 Deckung mit Faserzement-Wellplatten . .	501
17.5.3 Deckung mit verfalzten Blechen	503
17.5.4 Deckung mit Bahnen	503
17.5.5 Unfallschutz bei Dacharbeiten.	503
17.5.6 Belüftete und unbelüftete geneigte Dächer	504
17.5.6.1 Belüftete geneigte Dächer	504
17.5.6.2 Unbelüftete geneigte Dächer.	505

17.6 Flachdächer	506	18.5.7 Außensockelputz und Kellerwand- außenputz	535
17.6.1 Unbelüftete Flachdächer	506	18.5.8 Überputzen von Schlitten und Bauteilen	536
17.6.2 Gründach	507	18.6 Estrich	537
17.6.3 Belüftete Flachdächer	507	18.6.1 Estrichmörtel, Estrichmassen	537
18 Ausbau		18.6.2 Estrichkonstruktionen	539
18.1 Sanitärtechnik	508	18.6.3 Estricheinbau	541
18.1.1 Trinkwasserinstallation	508	18.6.4 Estrichfugen	543
18.1.2 Abwasserinstallation	509	18.6.5 Estrichnachbehandlung	544
18.1.3 Sanitäre Einrichtungen	510	18.6.6 Belegung von Estrichen	544
18.2 Heizungstechnik	510	18.6.7 Höhenfestlegung	544
18.2.1 Wärmeerzeugung	510	18.6.8 Estrich im Bauwesen nach Raumnutzung	545
18.2.1.1 Unterscheidung der Wärmeerzeuger	510	18.7 Trockenbau	546
18.2.1.2 Art der Brennstoffe	511	18.7.1 Baustoffe	546
18.2.1.3 Aufstellrichtlinien für Wärmeerzeuger	511	18.7.1.1 Trockenbauplatten	546
18.2.2 Wärmeverteilung	512	18.7.1.2 Befestigungselemente	548
18.2.2.1 Wärmeverteilungssysteme	512	18.7.1.3 Dämmstoffe	549
18.2.2.2 Heizkörperarten	513	18.7.1.4 Gips-Wandbauplatten	549
18.2.2.3 Flächenheizungen	513	18.7.2 Wandkonstruktionen	549
18.2.3 Brennstoffversorgung	514	18.7.2.1 Einfachständerwände	550
18.2.3.1 Heizöllagerung	514	18.7.2.2 Doppelständerwände	550
18.2.3.2 Lagerung fester Brennstoffe	514	18.7.2.3 Installationswände	551
18.2.3.3 Gasversorgung	514	18.7.2.4 Wände aus Gips-Wandbauplatten	551
18.2.4 Alternative Wärmeerzeugung	515	18.7.3 Deckenkonstruktionen	551
18.2.4.1 Blockheizkraftwerke	516	18.7.3.1 Leichte Deckenbekleidungen	552
18.2.4.2 Wärmepumpen	516	18.7.3.2 Unterdecken	552
18.2.4.3 Solaranlagen	517	18.7.4 Verarbeitung der Gipsplatten	553
18.3 Raumlufttechnik	517	18.8 Fliesen und Platten	554
18.3.1 Lüftungs- und Klimaanlagen	518	18.8.1 Kennzeichnung und Maße	554
18.3.2 Zentrale Abluftsysteme	518	18.8.2 Fliesen- und Plattenarten	556
18.3.3 Zentrale Wohnraumlüftung	519	18.8.3 Formstücke	557
18.4 Elektroinstallation	520	18.8.4 Werkzeuge und Geräte	557
18.4.1 Hausanschlussanlagen	520	18.8.5 Ansetzen und Verlegen von Fliesen und Platten	558
18.4.2 Hauptleitungen	520	18.8.6 Innenbekleidungen und Innenbeläge	559
18.4.3 Zähleranlage	520	18.8.7 Außenbeläge	559
18.4.4 Verteilung und Absicherung der Einzelstromkreise	520	18.8.8 Ausführung von Fliesenarbeiten	560
18.4.5 Elektroinstallation der Einzelstromkreise	521	18.9 Bautischlerarbeiten	562
18.4.6 Informationsanlagen	521	18.9.1 Fenster	562
18.4.7 Einrichtungen der Gebäude- systemtechnik	521	18.9.2 Türen	564
18.4.8 Visualisierung der Gebäudeautomation	523	18.9.3 Wandverkleidungen	568
18.4.9 Gefahrenmeldeanlagen	524	18.9.4 Deckenverkleidungen	569
18.4.10 Fotovoltaikanlagen	525	18.9.5 Versetzbare Trennwände	570
18.5 Putz	527	18.9.6 Bodenbeläge aus Holz und Holzwerkstoffen	571
18.5.1 Putzverfahren	527	18.9.7 Elastische Fußbodenbeläge	573
18.5.1.1 Arbeitsweisen	527	18.9.8 Textile Fußbodenbeläge	574
18.5.1.2 Putzweisen	527		
18.5.2 Putzaufbau	529		
18.5.2.1 Anforderungen an den Putz	529		
18.5.2.2 Putzgrund	530		
18.5.2.3 Putzlagen	530		
18.5.3 Trockenputz	531		
18.5.4 Wärmedämmputzsysteme	531		
18.5.5 Wärmedämmverbundsystem	532		
18.5.6 Sanierputz	534		

19 Tiefbau

19.1 Wasserversorgung	575
19.1.1 Wasserarten	575
19.1.2 Gewinnung von Wasser	576
19.1.3 Wasseraufbereitung	579
19.1.3.1 Anforderungen an Trinkwasser	579
19.1.3.2 Verfahren zur Wasseraufbereitung	580
19.1.4 Wasserspeicherung	581
19.1.4.1 Erdhochbehälter	581

19.1.4.2 Wassertürme	582	20.9 Straßenquerschnitt	616																																																																				
19.1.5 Verteilung des Wassers	582	20.9.1 Bemessung der Fahrbahnbreite	616																																																																				
19.2 Abwasserentsorgung	583	20.9.2 Verkehrsraum, Sicherheitsraum, lichter Raum	616																																																																				
19.2.1 Abwasser	583	20.9.3 Radwege, Gehwege	617																																																																				
19.2.1.1 Regenwasser	583	20.9.4 Regelquerschnitte	617																																																																				
19.2.1.2 Schmutzwasser	583	20.9.5 Ausbildung von Böschungen	619																																																																				
19.2.2 Verfahren der Abwasserableitung	584	20.10 Aufbau der Straße	619																																																																				
19.2.2.1 Mischverfahren	584	20.10.1 Untergrund	620																																																																				
19.2.2.2 Trennverfahren	584	20.10.2 Unterbau	620																																																																				
19.2.3 Abwasserkanal	585	20.10.3 Planum	620																																																																				
19.2.3.1 Rohre und Rohrverbindungen	585	20.10.4 Oberbau	620																																																																				
19.2.3.2 Lage der Abwasserleitungen	587	20.10.5 Frostschutzschicht	621																																																																				
19.2.3.3 Tieflage der Abwasserleitungen	587	20.10.6 Tragschichten	621																																																																				
19.2.3.4 Gefälle der Abwasserleitungen	587	20.10.7 Deckschichten	623																																																																				
19.2.3.5 Bemessung von Abwasserleitungen	588	20.10.8 Betondecken	623																																																																				
19.2.3.6 Herstellung der Abwasserleitungen	589	20.10.9 Pflasterdecken	623																																																																				
19.2.3.7 Grabenfreier Kanalbau	590	20.11 Querprofile	625																																																																				
19.2.3.8 Bauwerke im Kanalnetz	591	20.12 Straßenentwässerung	625																																																																				
19.2.4 Ausführungszeichnungen	593	20.12.1 Straßenentwässerung außerhalb bebauter Gebiete	626																																																																				
19.2.5 Bestandspläne	594	20.12.2 Straßenentwässerung innerhalb bebauter Gebiete	626																																																																				
19.3 Abwasserreinigung	595	20.12.3 Sickeranlagen	627																																																																				
19.3.1 Kläranlage	595	20.12.4 Sickerstränge	627																																																																				
19.3.1.1 Mechanische Abwasserreinigung	596	20.13 Straßenausstattung	629																																																																				
19.3.1.2 Biologische Abwasserreinigung	597	20.13.1 Verkehrszeichen	629																																																																				
19.3.1.3 Chemische Abwasserreinigung	598	20.13.2 Fahrbahnmarkierungen	629																																																																				
19.3.1.4 Schlammbehandlung	599	20.13.3 Fahrzeug-Rückhaltesysteme	629																																																																				
19.3.1.5 Betriebsanlagen	600	20.14 Lärmschutz an Straßen	630																																																																				
19.3.2 Kleinkläranlagen	601																																																																						
20 Straßenbau																																																																							
20.1 Straßennetz	602	21 EDV in der Bautechnik																																																																					
20.2 Straßenbaulastträger	602	21.1 Bauplanung	631	20.3 Einteilung der Straßen	602	21.2 Baudurchführung	633	20.4 Knotenpunkte	604	21.3 Informationsbeschaffung	634	20.4.1 Anforderungen	604	22 Bauen in Vergangenheit und Gegenwart				20.4.2 Grundformen	604	22.1 Antike	635	20.4.3 Kreisverkehre	604	22.2 Romanik	635	20.5 Ablauf einer Straßenplanung	606	22.3 Gotik	636	20.5.1 Vorplanung (Linienentwurf)	606	22.4 Renaissance	636	20.5.2 Entwurfsplanung (Vorentwurf, Genehmigungsentwurf)	606	22.5 Barock, Rokoko	637	20.5.3 Genehmigungsplanung (Planfeststellung)	606	22.6 Klassizismus	638	20.6 Linienführung der Straße	606	22.7 Historismus und Jugendstil	638	20.7 Lageplan	607	22.8 Neuzeit	639	20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613
21.1 Bauplanung	631																																																																						
20.3 Einteilung der Straßen	602	21.2 Baudurchführung	633	20.4 Knotenpunkte	604	21.3 Informationsbeschaffung	634	20.4.1 Anforderungen	604	22 Bauen in Vergangenheit und Gegenwart				20.4.2 Grundformen	604	22.1 Antike	635	20.4.3 Kreisverkehre	604	22.2 Romanik	635	20.5 Ablauf einer Straßenplanung	606	22.3 Gotik	636	20.5.1 Vorplanung (Linienentwurf)	606	22.4 Renaissance	636	20.5.2 Entwurfsplanung (Vorentwurf, Genehmigungsentwurf)	606	22.5 Barock, Rokoko	637	20.5.3 Genehmigungsplanung (Planfeststellung)	606	22.6 Klassizismus	638	20.6 Linienführung der Straße	606	22.7 Historismus und Jugendstil	638	20.7 Lageplan	607	22.8 Neuzeit	639	20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613				
21.2 Baudurchführung	633																																																																						
20.4 Knotenpunkte	604	21.3 Informationsbeschaffung	634	20.4.1 Anforderungen	604	22 Bauen in Vergangenheit und Gegenwart				20.4.2 Grundformen	604	22.1 Antike	635	20.4.3 Kreisverkehre	604	22.2 Romanik	635	20.5 Ablauf einer Straßenplanung	606	22.3 Gotik	636	20.5.1 Vorplanung (Linienentwurf)	606	22.4 Renaissance	636	20.5.2 Entwurfsplanung (Vorentwurf, Genehmigungsentwurf)	606	22.5 Barock, Rokoko	637	20.5.3 Genehmigungsplanung (Planfeststellung)	606	22.6 Klassizismus	638	20.6 Linienführung der Straße	606	22.7 Historismus und Jugendstil	638	20.7 Lageplan	607	22.8 Neuzeit	639	20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613								
21.3 Informationsbeschaffung	634																																																																						
20.4.1 Anforderungen	604	22 Bauen in Vergangenheit und Gegenwart				20.4.2 Grundformen	604	22.1 Antike	635	20.4.3 Kreisverkehre	604	22.2 Romanik	635	20.5 Ablauf einer Straßenplanung	606	22.3 Gotik	636	20.5.1 Vorplanung (Linienentwurf)	606	22.4 Renaissance	636	20.5.2 Entwurfsplanung (Vorentwurf, Genehmigungsentwurf)	606	22.5 Barock, Rokoko	637	20.5.3 Genehmigungsplanung (Planfeststellung)	606	22.6 Klassizismus	638	20.6 Linienführung der Straße	606	22.7 Historismus und Jugendstil	638	20.7 Lageplan	607	22.8 Neuzeit	639	20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613												
22 Bauen in Vergangenheit und Gegenwart																																																																							
20.4.2 Grundformen	604	22.1 Antike	635	20.4.3 Kreisverkehre	604	22.2 Romanik	635	20.5 Ablauf einer Straßenplanung	606	22.3 Gotik	636	20.5.1 Vorplanung (Linienentwurf)	606	22.4 Renaissance	636	20.5.2 Entwurfsplanung (Vorentwurf, Genehmigungsentwurf)	606	22.5 Barock, Rokoko	637	20.5.3 Genehmigungsplanung (Planfeststellung)	606	22.6 Klassizismus	638	20.6 Linienführung der Straße	606	22.7 Historismus und Jugendstil	638	20.7 Lageplan	607	22.8 Neuzeit	639	20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613																		
22.1 Antike	635																																																																						
20.4.3 Kreisverkehre	604	22.2 Romanik	635	20.5 Ablauf einer Straßenplanung	606	22.3 Gotik	636	20.5.1 Vorplanung (Linienentwurf)	606	22.4 Renaissance	636	20.5.2 Entwurfsplanung (Vorentwurf, Genehmigungsentwurf)	606	22.5 Barock, Rokoko	637	20.5.3 Genehmigungsplanung (Planfeststellung)	606	22.6 Klassizismus	638	20.6 Linienführung der Straße	606	22.7 Historismus und Jugendstil	638	20.7 Lageplan	607	22.8 Neuzeit	639	20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613																						
22.2 Romanik	635																																																																						
20.5 Ablauf einer Straßenplanung	606	22.3 Gotik	636	20.5.1 Vorplanung (Linienentwurf)	606	22.4 Renaissance	636	20.5.2 Entwurfsplanung (Vorentwurf, Genehmigungsentwurf)	606	22.5 Barock, Rokoko	637	20.5.3 Genehmigungsplanung (Planfeststellung)	606	22.6 Klassizismus	638	20.6 Linienführung der Straße	606	22.7 Historismus und Jugendstil	638	20.7 Lageplan	607	22.8 Neuzeit	639	20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613																										
22.3 Gotik	636																																																																						
20.5.1 Vorplanung (Linienentwurf)	606	22.4 Renaissance	636	20.5.2 Entwurfsplanung (Vorentwurf, Genehmigungsentwurf)	606	22.5 Barock, Rokoko	637	20.5.3 Genehmigungsplanung (Planfeststellung)	606	22.6 Klassizismus	638	20.6 Linienführung der Straße	606	22.7 Historismus und Jugendstil	638	20.7 Lageplan	607	22.8 Neuzeit	639	20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613																														
22.4 Renaissance	636																																																																						
20.5.2 Entwurfsplanung (Vorentwurf, Genehmigungsentwurf)	606	22.5 Barock, Rokoko	637	20.5.3 Genehmigungsplanung (Planfeststellung)	606	22.6 Klassizismus	638	20.6 Linienführung der Straße	606	22.7 Historismus und Jugendstil	638	20.7 Lageplan	607	22.8 Neuzeit	639	20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613																																		
22.5 Barock, Rokoko	637																																																																						
20.5.3 Genehmigungsplanung (Planfeststellung)	606	22.6 Klassizismus	638	20.6 Linienführung der Straße	606	22.7 Historismus und Jugendstil	638	20.7 Lageplan	607	22.8 Neuzeit	639	20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613																																						
22.6 Klassizismus	638																																																																						
20.6 Linienführung der Straße	606	22.7 Historismus und Jugendstil	638	20.7 Lageplan	607	22.8 Neuzeit	639	20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613																																										
22.7 Historismus und Jugendstil	638																																																																						
20.7 Lageplan	607	22.8 Neuzeit	639	20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613																																														
22.8 Neuzeit	639																																																																						
20.7.1 Geraden	607	22.9 Moderne	639	20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613																																																		
22.9 Moderne	639																																																																						
20.7.2 Kreisbögen	607	Firmenverzeichnis	640	20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613																																																						
Firmenverzeichnis	640																																																																						
20.7.3 Übergangsbögen	607	Sachwortverzeichnis	642	20.8 Höhenplan	611	20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611	20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612	20.8.3 Krümmungsband	613	20.8.4 Querneigungsband	613																																																										
Sachwortverzeichnis	642																																																																						
20.8 Höhenplan	611																																																																						
20.8.1 Längsneigungen, Kuppen, Wannen	611																																																																						
20.8.2 Berechnung der Gradientenhöhen	612																																																																						
20.8.3 Krümmungsband	613																																																																						
20.8.4 Querneigungsband	613																																																																						

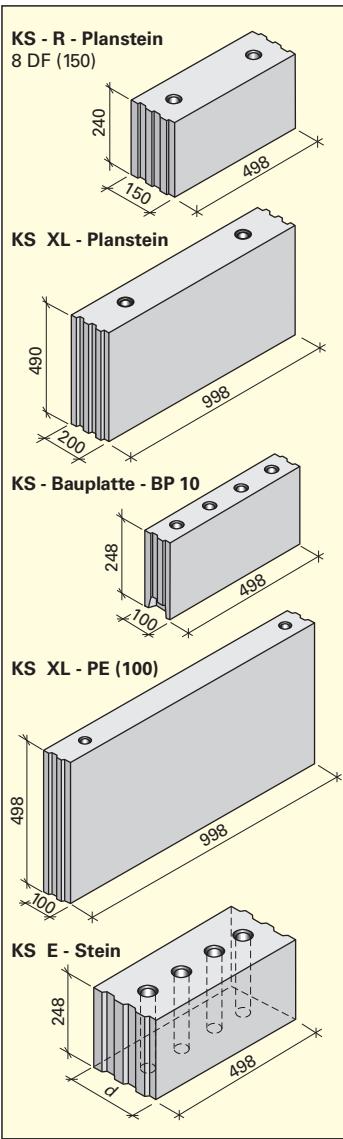


Bild 1: KS-Steine mit Dünnbettmörtel zu verarbeiten

Bezeichnung eines Kalksandsteins (Beispiel):

KS L-R P - 12 - 1,4 - 8 DF (240)

bedeutet Kalksandplanstein mit Nut-Feder-System an den Stirnseiten, Stoßfugenvermortelung kann entfallen, Steindruckfestigkeitsklasse 12, Steinrohdichteklasse 1,4 im Format 8 DF für eine Wanddicke von 240 mm

Kalksandsteine-Plansteine (KS-R P) sind mit Dünnbettmörtel zu versetzen und haben eine Höhe von 123 mm oder 248 mm. Alle Stoßfugen sind mit dem Nut-Feder-System versehen und können unvermortelt bleiben. Dafür ist die Länge des Steins um 2 mm verkürzt. Es gibt die Formate 4 DF bis 20 DF mit den üblichen Steinbreiten und zusätzlich Steine für Wanddicken mit 150 mm und 200 mm.

Kalksandstein XL-Planelemente (KS XL-PE) sind großformatige Rechteckelemente mit einer Länge von 998 mm. Sie werden in Dünnbettmörtel versetzt. Als **KS XL-Rasterelemente** werden sie in der Regel-länge von 498 mm, als Ergänzungselemente in den Längen 373 mm und 248 mm hergestellt. Alle Elemente gibt es in den üblichen Wanddicken und zusätzlich für Wände mit 100 mm, 150 mm und 200 mm Dicke.

Kalksandstein-Bauplatten (KS-BP) können für tragende innere Trennwände eingesetzt werden. Sie haben eine Höhe von 248 mm und eine Dicke von 70 mm oder 100 mm. Es gibt Ergänzungselemente wie bei den XL-Rasterelementen. Bauplatten sind in der Regel mit einem umlaufenden Nut-Feder-System ausgestattet. Die Stoßfugen werden vermortelt.

Kalksand-Elektroinstallationssteine (KS -E) haben im Abstand von 12,5 cm bzw. 25 cm senkrecht zur Lagerfläche runde Installationskanäle mit einem Durchmesser von 60 mm. Beim Mauern ist darauf zu achten, dass die Kanäle in der ganzen Wandhöhe durchgehend sind. Es entfällt das Schlagen oder Fräsen von Schlitten.

Kalksand-Fasensteine (KS -F) haben eine beidseitig umlaufende Fase an der Sichtseite von 4 mm bis 7 mm. Um ein gleichartiges Fugenbild zu erzeugen, gibt es Endsteine mit Fasen an der sichtbaren Kopfseite des Steins und Teilsteine mit Fasen sowie U-Schalen für Stürze und Ringgurte. Das Sichtmauerwerk zeigt keine Mörtelfuge, jedoch entsteht durch die 45°-Fase eine Schattenwirkung, die das Mauerwerk gliedert.

Kalksand-Innensichtsteine (FS -IS) haben nur eine kantensaubere Kopf- und Läuferseite. Es gibt die Steine im Format NF und DF bis 5 DF.

Kalksand-Vormauersteine (KS-Vm oder KS-Vm L) sind frostbeständige Mauersteine mit mindestens SFK 10. Sie werden bis zum Format 5 DF hergestellt.

Kalksand-Verblender (KS-Vb oder KS-Vb L) sind Mauersteine mit SFK 16 und erhöhter Frostwiderstandsfähigkeit für witterungsbeständiges Sichtmauerwerk. Sie werden auch mit bossierter, bruchrauer oder farbiger Sichtfläche angeboten.

Kalksand-Kimmsteine (KS-K) werden zum Höhenausgleich am Mauerfuß eingesetzt. Auf einer 1 cm bis 3 cm dicken Mörtelschicht aus MG III wird mit 498 mm langen Kalksandsteinen, in Höhen von 50 mm, 70 mm, 100 mm oder 123 mm, eine waagerecht und senkrecht ausgerichtete Mauerschicht hergestellt. Auf dieser Schicht kann mit Plansteinen im Dünnbettverfahren weiter gemauert werden. Zur Verbesserung der Wärmedämmung können auch **KS-ISO-Kimmsteine** verwendet werden.

Tabelle 1: Schnittholzeinteilung nach DIN 4074

Holz-erzeugnis	Dicke d bzw. Höhe h	Breite b
Latte	$d \leq 40 \text{ mm}$	$b < 80 \text{ mm}$
Brett	$d \leq 40 \text{ mm}$	$b \geq 80 \text{ mm}$
Bohle	$d > 40 \text{ mm}$	$b > 3d$
Kantholz	$b \leq h \leq 3b$	$b > 40 \text{ mm}$

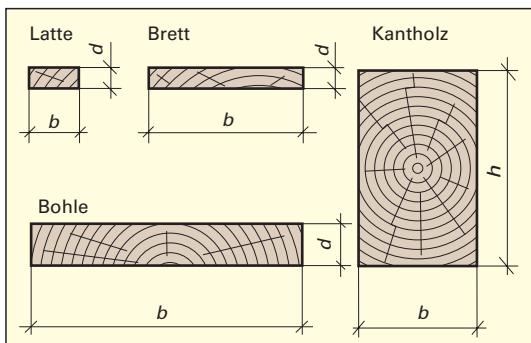


Bild 1: Schnittholz nach DIN 4074

Tabelle 2: Sortierklassen nach DIN 4074-1 für Nadelschnittholz Festigkeitsklassen nach DIN EN 338

visuelle Sortierung Sortierklasse nach DIN 4074-1		maschinelle Sortierung Sortier-klasse	charakter. Biege-festigkeit in N/mm ²	Festig-keits-klasse nach DIN EN 338
Kanthölzer Bohlen	Latten			
S 7, S 7K	–	C 16 M	16	C 16
S 10, S 10K	S 10	C 24 M	24	C 24
S 13, S 13K	S 13	C 30 M	30	C 30
–	–	C 35 M	35	C 35
–	–	C 40 M	40	C 40

Tabelle 3: Standardquerschnitte für Konstruktionsvollholz

Dicke in mm	Breite in mm						
	100	120	140	160	180	200	240
60	x	x	x	x	x	x	x
80		x	x	x	x	x	x
100	x			x	x	x	x
120		x		x		x	x
140			x				x

3.9.8.2 Schnittholz

Nadelschnitthölzer mit einer Mindestdicke von 6 mm, deren Querschnitte nach der Tragfähigkeit bemessen werden, sind in DIN 4074, Teil 1 aufgeführt. Nach den Abmessungen wird dieses Schnittholz in Latten, Bretter, Bohlen und Kanthölzer eingeteilt (**Tabelle 1, Bild 1**). Kanthölzer schließen bei dieser Einteilung die herkömmlichen Bezeichnungen Balken für große Kantholzquerschnitte sowie Kreuzhölzer (Rahmen) mit ein (**Bild 1**, Seite 129).

Die Tragfähigkeit des Schnittholzes wird nach DIN 4074 mit Hilfe von Sortiermerkmalen festgestellt. Sortiermerkmale sind z. B. Äste, Jahrringbreiten, Faserneigung, Risse, Verfärbungen, Druckholz, Insektenfraß, Krümmung und Querschnittsschwächung durch Baumkante. Die zulässige Baumkante wird hierbei schräg gemessen und als Bruchteil der größeren Querschnittsseite angegeben. Sie muss frei von Rinde und Bast sein.

Aufgrund von festgelegten **Sortierkriterien** für die genannten Merkmale werden Kanthölzer und Bohlen sowie Latten bei der **visuellen Sortierung** nach Augenschein in **Sortierklassen** eingeteilt (**Tabelle 2**). Vorwiegend hochkant (K) biegebeanspruchte Bretter und Bohlen werden zusätzlich gekennzeichnet, z. B. S 10K.

Bei der **maschinellen Sortierung** werden die Eigenschaften durch besonders zugelassene Sortiermaschinen festgestellt, aber auch zusätzlich die Sortiermerkmale Baumkante, Risse, Verfärbungen, Insektenfraß durch Frischholzinsekten und Krümmung berücksichtigt. Maschinell sortiertes Nadelschnittholz wird gemäß DIN EN 338 nach Festigkeitsklassen eingeteilt. Die Sortierklassen für maschinelle Sortierung erhalten den Zusatz M und beziehen sich auf die **charakteristische Biegefesteitgkeit** in N/mm² (**Tabelle 2**).

Um Holzkonstruktionen, insbesondere sichtbare Holzbauteile aus Vollholz, wirtschaftlich und mängelfrei herstellen zu können, wurde das Bauprodukt **Konstruktionsvollholz** (KVH) geschaffen. Konstruktionsvollholz ist ein güteüberwachtes, durch Keilzinkung verklebtes Schnittholz aus Nadelholz der Sortierklasse S 10, an das gegenüber der DIN 4074 zusätzliche oder erhöhte Anforderungen gestellt werden. Solche Anforderungen sind beispielsweise eine Holzfeuchte von etwa 15 %, herzfreier oder herzgetrennter Einschnitt, Beschränkung von Rissbreiten und Baumkanten sowie für sichtbaren Einbau die gehobelte und gefaste Oberfläche (KVH Si). Um Vorratshaltung und rasche Lieferung zu ermöglichen, wird Konstruktionsvollholz in standardisierten Querschnitten produziert (**Tabelle 3**).

Tabelle 1: Zusatzsymbole für die Kerbschlagarbeit nach DIN EN 10027

Prüftemperatur in °C (Symbol)	Kerbschlagarbeit in J		
	27 (Symbol J)	40 (Symbol K)	60 (Symbol L)
+20 (R)	JR	KR	LR
0 (O)	JO	KO	LO
-20 (2)	J2	K2	L2
-30 (3)	J3	K3	L3
-40 (4)	J4	K4	L4
-50 (5)	J5	K5	L5
-60 (6)	J6	K6	L6

Tabelle 2: Handelsformen von Formstählen

Bezeichnung	Form	Kurzzeichen/ Normbezeichnung	Abmessungen in mm
Schmale I-Träger		I I-Profil DIN 1025-1 DIN EN 10034	h von 80 bis 600 b von 42 bis 215
Mittelbreite I-Träger		IPE IPE-Profil DIN 1025-5 DIN EN 10034	h von 80 bis 600 b von 46 bis 220
Breite I-Träger		IPB IPB-Profil DIN 1025-2 DIN EN 10034	h von 100 bis 1000 b von 100 bis 300
Breite I-Träger leichte Ausführung		IPBI IPB-Profil DIN 1025-3 DIN EN 10034	h von 96 bis 990 b von 100 bis 300
Breite I-Träger verstärkte Ausführung		IPBv IPB-Profil DIN 1025-4 DIN EN 10034	h von 120 bis 1008 b von 106 bis 302
Gleichschenkliger L-Stahl		L Winkel DIN EN 10056	$a \times t$ von 20 x 3 bis 250 x 35
Ungleichschenkliger L-Stahl		L Winkel DIN EN 10056	$a \times b \times t$ von 40 x 20 x 4 bis 200 x 150 x 15
U-Stahl		U U-Profil DIN 1026-1 DIN EN 10279	$h \times b$ von 30 x 15 bis 400 x 110
Gleichschenkliger T-Stahl		T T-Profil DIN EN 10055	$b = h$ von 30 bis 140

Werkzeugstahl

Werkzeugstahl ist unlegierter oder legierter härtbarer Stahl. Vor dem Härteten kann Werkzeugstahl spanend verarbeitet werden.

Baustahl

Als Baustahl wird jeder nicht härtbare Stahl bezeichnet. Auf Baustahl, auch als Massenstahl bezeichnet, entfällt über 90% der Stahlerzeugung. Baustahl wird für allgemeine Bauzwecke, aber auch für Maschinenteile verwendet. Er wird unlegiert und legiert hergestellt.

Die Bezeichnung eines Baustahles setzt sich zusammen aus dem Kennbuchstaben S, der Mindeststreckgrenze und Zusatzsymbolen für die Kerbschlagarbeit. Die Kerbschlagarbeit wird durch eine Baustoffprüfung ermittelt (**Tabelle 1**). Beim Kerbschlagbiegeversuch schlägt bei vorgegebener Prüf temperatur ein Pendelhammer auf eine gekerbte Stahlprobe. Aus dem Versuchsergebnis ergibt sich die aufgebrachte Kerbschlagarbeit. Sie sinkt mit abfallender Temperatur und stellt ein Maß für die Widerstandsfähigkeit des Werkstoffes gegen eine schlagende Beanspruchung dar.

Bezeichnungsbeispiel: S235J2

S Stahl für den Stahlbau

235 Mindeststreckgrenze in N/mm²

J Mindest-Kerbschlagarbeit 27 J

2 Prüf temperatur -20 °C

3.10.1.4 Handelsformen von Baustahl

Stahl wird durch **Walzen**, **Strangpressen** oder **Ziehen** zu Halbzeugen mit genormten Handelsformen weiterverarbeitet. Die am häufigsten verwendeten Halbzeuge sind Formstähle, Stabstähle, Hohlprofile, Bleche und Drähte.

Formstähle (Profilstähle) sind Stähle mit I-, L-, U- und T-förmigem Querschnitt. Diese Stähle werden mit einem entsprechenden Kurzzeichen und meist mit der Höhenmaßzahl h bezeichnet (**Tabelle 2**).

Beispiel:

Bezeichnung für ein I-Profil mit breiten parallelen Flanschflächen der Nennhöhe $h = 200$ mm nach DIN 1025 IPB 200 DIN 1025 EURONORM 53-62 HE 200 B

Stabstähle als gewalzte Rund-, Quadrat- und Sechskantstähle werden in Stangen bis 8 m Länge geliefert. Flachstahl hat einen rechteckigen Querschnitt. Die Stäbe werden von 3 m bis 12 m Länge hergestellt.

Hohlprofile sind Rohre mit runder Querschnittsform oder Quadrat- bzw. Rechteck-Hohlprofile. Hohlprofile können nahtlos oder mit geschweißter Längsnahrt hergestellt werden.

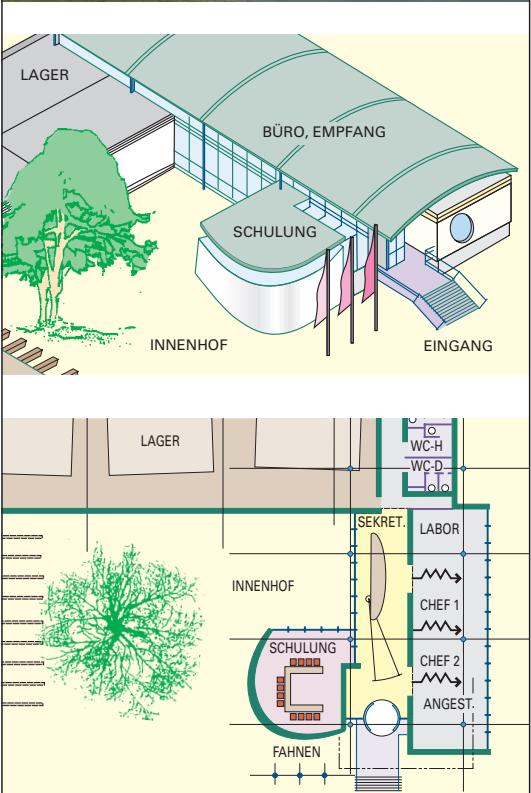


Bild 1: Bauvorhaben

4 Bauplanung

Unter Bauplanung versteht man den Vorgang, ein Bauvorhaben gedanklich zu entwickeln und zu gestalten, um es in Plänen und Berechnungen darzustellen (**Bild 1**). Die Bauplanung wird auch während der Baudurchführung weitergeführt und fortgeschrieben. Für jedes Bauvorhaben ist eine Bauplanung erforderlich.

4.1 Arten der Bauplanung

Man unterscheidet je nach Bauvorhaben vier verschiedene Bereiche von Bauplanungen, die Hochbauplanung, die Ingenieurbauplanung, die Tief-, Straßen- und Landschaftsbauplanung sowie die Fachplanung (**Tabelle 1**).

Die Hochbauplanung wird von Hochbauingenieuren (Architekten), die Ingenieurbauplanung von Bauingenieuren (Statikern), die Tief-, Straßen- und Landschaftsbauplanung von Tief- und Straßenbauingenieuren sowie von Landschaftsplanern durchgeführt. Die Fachplanungen übernehmen die jeweiligen Fachingenieure z. B. für Heizung, Sanitär, Elektro- oder Maschinenbau.

Bei den meisten Bauvorhaben greifen mehrere Planungsbereiche ineinander, wobei der Ingenieurbereich, in dessen Aufgabengebiet das Projekt liegt, die Koordination und Federführung übernimmt.

4.2 Grundlagen der Bauplanung

Die Grundlagen einer Bauplanung bilden die rechtlichen und technischen Baubestimmungen hinsichtlich der Funktion und Gestalt des Bauprojektes. Die baurechtlichen Bestimmungen (Rechtsnormen) werden durch Bund, Länder und Gemeinden erlassen. Die bautechnischen Bestimmungen (anerkannte Regeln der Technik) sind für den Planer weitgehend verbindlich, wodurch gewährleistet ist, dass Planung und Durchführung den jeweiligen Anforderungen an Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit entsprechen (**Bild 1**, Seite 153).

4.2.1 Baurechtliche Grundlagen

Die baurechtlichen Grundlagen sind in erster Linie die Gesetze und Verordnungen des Bundes (Bauplanungsrecht), wie z. B. das Raumordnungsgesetz, das Baugesetzbuch, die Baunutzungsverordnung, die Umweltschutzgesetze sowie diejenigen Gesetze und Verordnungen der Länder (Bauordnungs-

Tabelle 1: Arten von Bauplanungen

Planungsart	Planungsbeispiele
Hochbauplanung	Wohnhäuser, Geschäftshäuser, Verwaltungsgebäude, Industriegebäude, Schulen, Sporthallen
Ingenieurbauplanung	Brücken, Behälter, Kläranlagen, Stützwände, Schleusen
Tief-, Straßen- und Landschaftsbauplanung	Ortsentwässerungen, Straßen, Wege, Deponien, Uferbefestigungen
Fachplanung	Heizungs-, Sanitär- und Elektroinstallationen, Klimaanlagen, Fördereinrichtungen

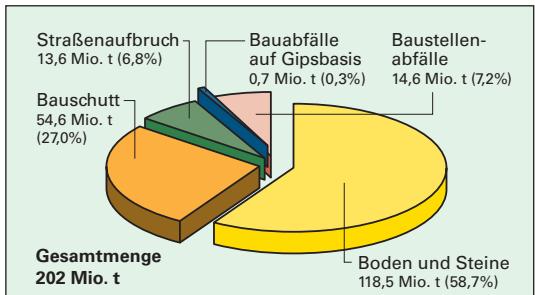


Bild 1: Mineralische Bauabfälle 2014

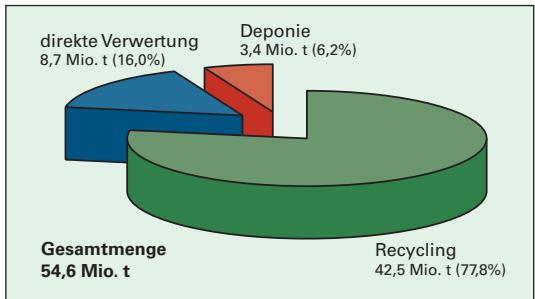


Bild 2: Verwertung und Beseitigung von Bauschutt 2014



Bild 3: Sammlung von Bauabfällen in Containern



Bild 4: Abbruch und Wiederaufbereitung von Beton

5.1.3.7 Baustoffrecycling

Beim Bauen entstehen **Bodenaushub** sowie **Abfälle**, z. B. durch Verschnitt, Verpackungen und Bauhilfsstoffe; beim Sanieren fallen außerdem **Abbruchabfälle** an (Bild 1). Die Vermeidung bzw. Wiederaufbereitung von Abfällen spart Rohstoffe und Deponieraum (Bild 2). Der umweltverträgliche Umgang mit Bau- und Abbruchabfällen sowie Bodenaushub ist deshalb ein Ziel beim **Ökologischen Bauen** und wird als Recycling bezeichnet.

Recyclingmaßnahmen dienen somit dem Umweltschutz und der Kostenersparnis und sind außerdem gesetzlich vorgeschrieben.

Nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz gilt bei der Abfallbehandlung folgende Reihenfolge:

1. Abfälle sind möglichst zu **vermeiden**.
2. Unvermeidbare Abfälle sind zu **verwerten**, wenn möglich stofflich ⇒ **Wiederaufbereitung**, andernfalls energetisch ⇒ **Energiegewinnung**.
3. Nicht verwertbare Abfälle sind zu **beseitigen**.

Die **Vermeidung** von Abfällen ist beispielsweise durch Wiederverwendung von Schalungen, verschnittarme Bauausführung und den Wiedereinbau von Bodenaushub möglich. Auch die Verwendung von schadstoffarmen Produkten, die man wieder aufbereiten kann, verringert die Abfallmenge.

Die **Verwertung** setzt das getrennte Bereitstellen, Sammeln, Fördern und Lagern von Abfällen voraus und ist deshalb bereits bei der Baustelleneinrichtung einzuplanen (Bild 3). Dazu werden häufig Container eingesetzt. Eine Wiederaufbereitung ist insbesondere bei mineralischen Abfällen für verschiedene Verwendungszwecke möglich. Beton und Ziegel werden hierzu in Brech- und Siebanlagen in geeigneten Körnungen getrennt (Bild 4).

Nach der Gewerbeabfallverordnung sind Glas, Kunststoffe, Metalle, Beton und Ziegel zu trennen. Ziegel können auch als Gemische mit Fliesen und Keramik sowie mit Beton gelagert und verwertet werden.

Baustoffe, die gefährliche Stoffe enthalten, müssen gesondert gesammelt und aufbereitet bzw. entsorgt werden. Zu diesem **Sondermüll** gehören beispielsweise teer- oder asbesthaltige Baustoffe, alte Mineralfaserdämmstoffe sowie Holz, das mit chemischen Schutzmitteln gegen Feuer oder Holzschädlinge behandelt wurde.

- Bei der Planung und bei der Bauausführung kann zur Abfallvermeidung beigetragen werden.
- Je sortenreiner Abfälle gesammelt werden, desto besser kann man sie wieder verwerten.

6.1.4 Verhalten des Bodens bei Frost

Gegen Frost ist durchfeuchteter bindiger Boden besonders empfindlich. Frost dringt je nach klimatischen Verhältnissen etwa 0,80 m bis 1,20 m in den Boden ein. Bis zu dieser Tiefe, der **Frosttiefe**, kann das im Boden vorhandene Wasser gefrieren. Dabei vergrößert sich das Volumen des Wassers um etwa 10 % (Seite 49). Da im durchfeuchten Porenraum des bindigen Bodens kein Platz für die Volumenvergrößerung vorhanden ist, wird der Boden angehoben. Man spricht dabei von Frosthebungen (**Bild 1**).

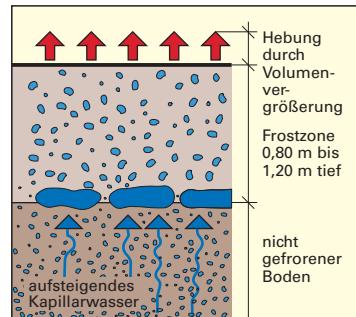


Bild 1: Frosthebung

Eislinsen entstehen dadurch, dass durch die Kapillarwirkung weitere Feuchtigkeit aus dem frostfreien Bereich des Bodens nachsteigt und beim Eintreten in die Frostzone gefriert. Diese Frosthebungen werden durch Eislinsen verursacht, die je nach Feuchte und Kapillarität des Bodens verschieden groß sein und zu erheblichen Bauschäden führen können. Frostschäden sind meistens erst nach dem Auftauen des Bodens, z. B. als Hebungen von Gartenmauern, als Risse in Baukörpern oder als Straßenschäden, erkennbar (**Bild 2**).



Bild 2: Frostschäden

6.1.5 Wasserhaltung

Die Erstellung von Bauwerken erfordert in der Regel trockene Baugruben. Gelangen Oberflächenwasser, Hangwasser oder Grundwasser in die Baugrube, besteht die Gefahr, dass Böschungen abrutschen und Baugrubenwände einstürzen. Um das auszuschließen, muss das Eindringen von Wasser in die Baugrube verhindert bzw. in die Baugrube eingedrungenes Wasser entfernt werden. Alle Maßnahmen zur Trockenhaltung der Baugrube bezeichnet man als Wasserhaltung.

Man unterscheidet bei der Entwässerung von Baugruben oder Gräben die offene Wasserhaltung und die Grundwasserabsenkung. Bei der **offenen Wasserhaltung** wird das anfallende Oberflächenwasser oder Schichtenwasser an einem Tiefpunkt der Baugrube, dem Pumpensumpf, außerhalb des Gebäudegrundrisses gesammelt und aus der Baugrube gepumpt. Eine Baugrube ist deshalb so anzulegen, dass sie Gefälle zu diesem Tiefpunkt hat (**Bild 3**). Am Baugrubenrand können Dränleitungen oder Gräben angelegt werden, in denen sich das an der Böschung austretende Schichten- oder Sickerwasser sammelt und zum Pumpensumpf geleitet wird. Durch diese Maßnahmen wird gewährleistet, dass das Planum der Baugrube nicht versumpft und die Gründungsarbeiten ordnungsgemäß ausgeführt werden können. Eine offene Wasserhaltung ist auch dann möglich, wenn die Baugrube geringfügig im Grundwasserbereich liegt.

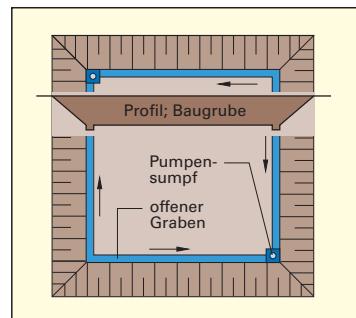


Bild 3: Offene Wasserhaltung

Liegt die Baugrubensohle tiefer als der vorhandene Grundwasserspiegel, so ist bei Böden mit einer bestimmten Wasserdurchlässigkeit eine **Grundwasserabsenkung** mit Beginn der Erdarbeiten erforderlich. Der Grundwasserspiegel wird dabei über Saugrohre, die in geringen Abständen um die Baugrube angeordnet und durch eine Ringleitung mit einer Saugpumpe verbunden sind, um mindestens 50 cm unter die Baugrubensohle abgesenkt (**Bild 4**). Dadurch kann die Baugrube für die Gründungsarbeiten trocken gehalten werden. Es ist jedoch zu beachten, dass Grundwasserabsenkungen zu Bauwerkssetzungen, Beeinträchtigung der Wasserversorgung sowie zu Veränderungen der Umwelt führen können.

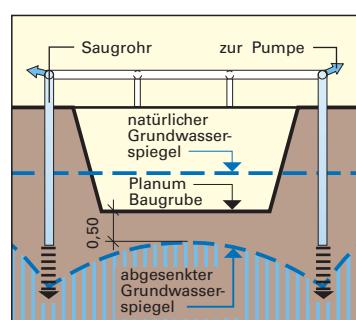


Bild 4: Grundwasserabsenkung

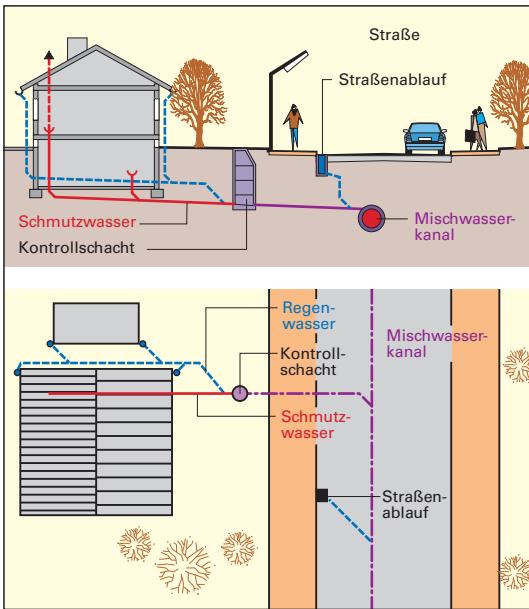


Bild 1: Mischverfahren

6.3.2.2 Mischverfahren

Beim Mischverfahren wird Schmutz- und Regenwasser in einem Kanal über die Ortsentwässerung als Mischwasser in die Kläranlage abgeleitet und dort gereinigt. Für dieses Abwasserableitungsverfahren ist nur ein Kanal erforderlich, der jedoch einen entsprechend großen Querschnitt haben muss. Bei diesem Verfahren wird auch Straßenschmutz, z. B. Reifenabrieb, zur Kläranlage geführt und dort gereinigt (**Bild 1**).

6.3.3 Abwasserleitungen

Die Abwasserleitungen bestehen aus verschiedenen Leitungsteilen wie Rohren, Formstücken, Übergängen und Kontrolleinrichtungen. Dabei unterscheidet man je nach Lage und Einbau im Gebäude und Grundstück zwischen Lüftungsleitungen, Regenfallleitungen, Fallleitungen, Grundleitungen und dem Anschlusskanal. Kontrolleinrichtungen sind Reinigungsverschlüsse in Rohren, Kontrollsäulen innerhalb des Gebäudes sowie der Kontrollschaft vor der Grundstücksgrenze im Übergang der Grundleitung zum Anschlusskanal (Seite 509).

Beim **Mischverfahren** werden Regen- und Schmutzwasserleitungen in der Regel erst außerhalb des Gebäudes in der Grundleitung vor dem Kontrollschaft zusammengeführt. Vom Kontrollschaft aus wird das Abwasser als Mischwasser im Anschlusskanal zum öffentlichen Straßenkanal weitergeleitet (**Bild 2**).

Beim **Trennverfahren** dürfen Regen- und Schmutzwasser nur getrennt abgeleitet werden (**Bild 2**, Seite 217).

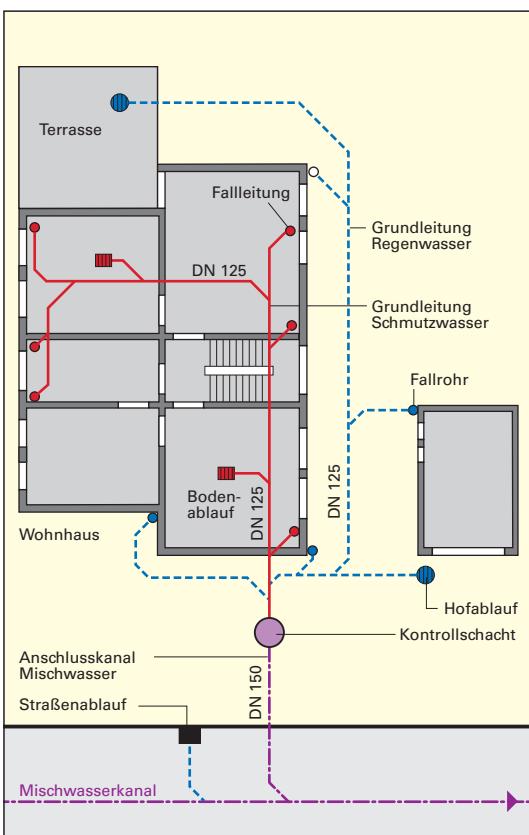


Bild 2: Entwässerungsplan nach Mischverfahren

Tabelle 1: Teile der Entwässerungsanlage

Anschlusskanal	Kanal, vom öffentlichen Straßenkanal bis zur ersten Kontrolleinrichtung auf dem Grundstück
Grundleitung	Leitung, die das Abwasser zum Kontrollschaft führt. Sie ist auf dem Grundstück im Erdreich sowie unter dem Baukörper verlegt.
Fallleitung	Lotrechte Leitung, die durch ein oder mehrere Geschosse führt, über Dach entlüftet wird und das Abwasser einer Grundleitung zuführt.
Regenfallleitung	Innen- oder außenliegende lotrechte Leitung zum Ableiten des Regenwassers von Dachflächen, Balkonen und Loggien
Lüftungsleitung	Leitung, die die Entwässerungsanlage über Dach be- und entlüftet, aber kein Abwasser aufnimmt

Tabelle 1: Beiwert Φ_1 zur Berücksichtigung der Ausmittigkeit der Einwirkung

Bedingung	Φ_1
Decke oberhalb des obersten Geschosses	$\Phi_1 = 0,333$
$f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$	$\Phi_1 = 1,6 - l/6 \leq 0,9 \cdot a/t$
$f_k < 1,8 \text{ N/mm}^2$	$\Phi_1 = 1,6 - l/5 \leq 0,9 \cdot a/t$
konstruktive Zentrierung der Deckenlast	$\Phi_1 = 0,9 \cdot a/t$

¹⁾ / Stützweite der angrenzenden Geschossdecke in m

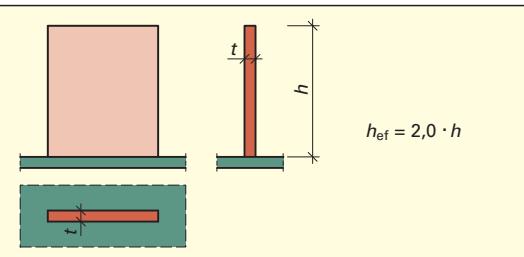


Bild 1: Einseitig gehaltene Wand

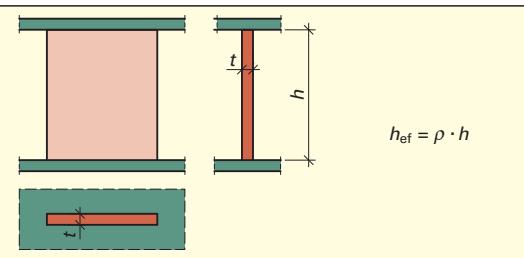


Bild 2: Zweiseitig gehaltene Wand

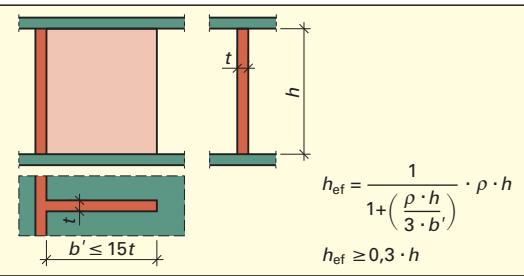


Bild 3: Dreiseitig gehaltene Wand

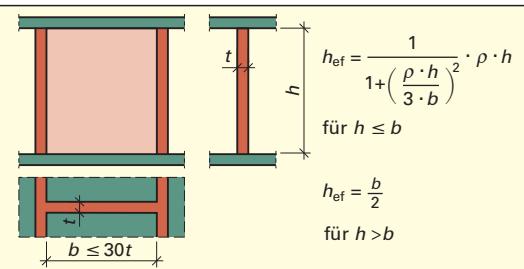


Bild 4: Vierseitig gehaltene Wand

Lasten N_{Gk} und der veränderlichen Lasten N_{Qk} zusammen, die mit Teilsicherheitsbeiwerten γ_F (Tabelle 2, Seite 235) multipliziert werden.

$$N_{Ed} = \gamma_G \cdot N_{Gk} + \gamma_Q \cdot N_{Qk}$$

Für den Regelfall der ungünstigen Einwirkungen ergibt sich für die einwirkende Normalkraft:

$$N_{Ed} = 1,35 \cdot N_{Gk} + 1,50 \cdot N_{Qk}$$

Sind die charakteristischen Nutzlasten der Decken aus Stahlbeton $\leq 3,0 \text{ kN/m}^2$, darf vereinfachend berechnet werden:

$$N_{Ed} = 1,40 \cdot (N_{Gk} + N_{Qk})$$

Der Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft N_{Rd} ergibt sich aus der Querschnittsfläche der Wand, dem Bemessungswert der Druckfestigkeit und einem Abminderungsfaktor.

$$N_{Rd} = A \cdot f_d \cdot \Phi$$

- Querschnittsfläche A

$$A = l \cdot t$$

l Wandlänge

t Wanddicke

Ist A kleiner als 1000 cm^2 , so muss N_{Rd} um 20% abgemindert werden.

- Bemessungswert der Druckfestigkeit f_d

$$f_d = \eta \cdot f_k / \gamma_M$$

$\eta = 0,85$ Dauerstandsfaktor zur Berücksichtigung der Langzeitwirkung

f_k charakteristische Druckfestigkeit des Mauerwerks (Tabelle 1, Tabelle 2, Tabelle 3, Seite 234)

γ_M Teilsicherheitsbeiwert für Baustoffeigenschaften (Tabelle 3, Seite 235)

- Abminderungsbeiwert $\Phi = \min(\Phi_1, \Phi_2)$

Der kleinere Wert ist maßgebend.

Φ_1 Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung der Ausmittigkeit der Einwirkung (Bild 1, Seite 235; Tabelle 1)

Φ_2 Abminderungsbeiwert zur Berücksichtigung der Schlankheit

$$\Phi_2 = 0,85 \cdot a / t - 0,0011 \cdot (h_{ef} / t)^2$$

h_{ef} Knicklänge in Abhängigkeit der Halterung der Wand (Bild 1, Bild 2, Bild 3, Bild 4)

Die Knicklänge wird mithilfe des Abminderungsfaktors ρ bestimmt (Tabelle 1, Seite 237).

7.4.3.5 Mauern mit Vermörtelung durch Gießmörtel

Mauerwerk kann mit einer Vermörtelung der Lagerfuge hergestellt werden, ohne dass der Mörtel mit der Kelle aufgebracht werden muss. Planebene Mauersteine aus üblichen Wandbaustoffen werden trocken zu Einsteinmauerwerk im Läuferverband versetzt. Die Steine haben eine oder mehrere Reihen Verfüllöffnungen für Mörtel. Diese Öffnungen müssen übereinander angeordnet sein. An der Unterseite der Mauersteine sind Aussparungen, die eine möglichst große Ausbreitung des Mörtels auf der Lagerfuge ermöglichen (**Bild 1**). Der Mörtel aus den Mörtelgruppen II, II a und III muss dazu möglichst fließfähig sein. Dies erreicht man nicht nur durch Zugabe von Wasser, sondern auch durch Verwendung von Kalkhydrat und Zusatzmitteln, wie z. B. Verflüssiger.

Die Eignung des Mörtels muss auf jeder Baustelle nachgewiesen werden. Dazu ist ein Probemauerwerk zu errichten und mit dem vorgesehenen Mörtel auszugießen. Es ist sicherzustellen, dass Einfüllöffnungen und Horizontalaussparungen mit Mörtel ausgefüllt sind. Beim Abbruch des Probemauerwerks wird geprüft, wie weit die Hohlräume verfüllt wurden. Danach ist eventuell die Konsistenz des Mörtels zu verändern.

Durch die Verfüllung der Wände mit Mörtel wird ein höheres Wandgewicht erreicht. Dies wirkt sich auf den Schallschutz günstig aus. Dieses Mauerwerk eignet sich deshalb besonders für Wohnungs- und Haustrennwände. Für wärmedämmendes Mauerwerk als Außenwände verwendet man Steine mit einer durchgehenden Dämmschicht aus Hartschaum oder Kork.

Wände mit Vermörtelung durch Gießmörtel sind bauaufsichtlich zugelassen. Für ihre Verwendung und Ausführung sind die Angaben im Zulassungsbescheid zu beachten.

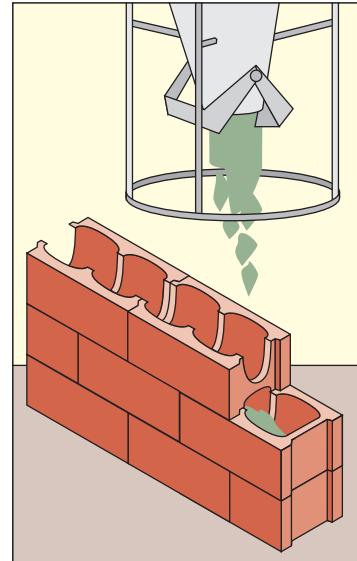


Bild 1: Mauerwerk mit Vermörtelung durch Gießmörtel



Bild 2: Mauerecke mit Schalungssteinen

7.4.3.6 Mauern mit Schalungssteinen

Im **Mauerwerksbau** können Wände mit mauersteinartigen Schalungssteinen hergestellt werden. Die Steine haben senkrechte Hohlräume und Queraussparungen und sind aus haufwerksporigem Leichtbeton oder Normalbeton gefertigt (**Bild 2**). Sie können allseitig glatte Flächen haben oder an den Stoß- und an den Lagerflächen mit Nut und Feder versehen sein. Die Steine werden je nach Bauart und Oberflächenausbildung trocken versetzt, mit Mörtel der üblichen Mörtelgruppen oder mit Dünnbettmörtel im Läuferverband vermauert.

Die Hohlräume werden im Mauerwerksbau mit Beton C 8/10, C 12/15 oder LC 12/13 und den Konsistenzen F 1, F 2, F 3 oder F 4 verfüllt und mit Innenrüttler verdichtet. Die Betonsäulen in den Schalungsteinen sind durch Querfließen des Betons über die Queraussparungen miteinander verbunden. Die Verfüllhöhe hängt von der Bauart der Steine ab und geht vom schichtweisen bis zum geschossshohen Verfüllen. Mauerwerk mit Schalungssteinen bedarf einer bauaufsichtlichen Zulassung.

Im **Betonbau** können auch Schalungssteine aus anderen Baustoffen verwendet werden, z. B. aus Holzspanbeton oder aus Hartschaum (**Bild 3**). Die Betonverfüllung geschieht hier nach DIN 1045 und erfolgt mit Beton C 12/15 und C 20/25.



Bild 3: Mauereinbindung mit Schalungssteinen aus Holzspanbeton



Bild 1: Kristallnadelbildung

Die Regelungen dieser beiden Euro-Normen dürfen nur dann zusammen mit DIN-Normen für Beton und Stahlbeton angewendet werden, wenn dies ausdrücklich gestattet wird.

DIN EN 206 gilt für Normalbeton, Schwerbeton und Leichtbeton mit geschlossenem Gefüge. Sie darf auch für vorgefertigte Bauteile aus Beton angewendet werden. Sie gilt jedoch nicht für Betonwaren, wie Mauersteine oder Rohre.

Die Prüfverfahren zur Bestimmung von Eigenschaften des Betons sind in weiteren EN-Normen, z. B. **DIN EN 12350 „Prüfen von Frischbeton, Teile 1 bis 7“**, geregelt.

9.2 Frischbeton

Beton in verarbeitbarem Zustand bezeichnet man als Frischbeton. Für diesen sind bestimmte Regelungen, z. B. Verarbeitungsvorschriften und Nachbehandlungsmaßnahmen, festgelegt, damit der erhärtete Beton auch die erwarteten Eigenschaften erreicht.

9.2.1 Erhärtungsphasen

Beim Mischen der Betonbestandteile entsteht aus Zement und Wasser der **Zementleim**, der die Gesteinskörner vollständig umhüllt und den Raum zwischen ihnen ausfüllt. Durch das Erhärten des Zementleims entsteht aus **Frischbeton** der **Festbeton**. Da zum Erhärten Wasser notwendig ist, spricht man auch von **Hydratation**.

Der Erhärtungsvorgang des Betons erfolgt in drei Phasen, dem **Ansteifen**, dem **Erstarren** und dem **Erhärten**. Während dieses Vorganges bilden sich Kristalle, die das Wasser binden. Bei diesem chemisch-physikalischen Prozess wird Wärme (Hydrationswärme) freigesetzt.

Das **Ansteifen** beginnt unmittelbar nach dem Mischen der Betonbestandteile. Es verbinden sich die Zementkörner an ihrer Oberfläche mit einem Teil des Wassers zu **Hydraten**, die man als **Zementgel** bezeichnet.

Beim **Erstarren** wachsen die Hydrate mehr und mehr zusammen und überbrücken teilweise die Hohlräume zwischen den Zementkörnern, Gelporen genannt. Gleichzeitig bilden sich aus dem Zementgel sechseckförmige Kristalle und das plastische Zementgel verfestigt sich. Das Erstarren darf frühestens 1 Stunde nach dem Mischen beginnen.

Das **Erhärten** beginnt mit der Bildung langfaseriger Kristalle (Kristallnadeln), die sich gegenseitig verfilzen und dadurch das feste Gefüge bewirken (**Bild 1**). So wird aus dem Zementgel der Zementstein.

Mit dem Erhärten werden die Gesteinskörner in ihrer Lage fixiert. Die Erhärtung oder Hydratation ist beendet, wenn alle Zementkörner in Zementstein umgewandelt sind. Dieser chemisch-physikalische Vorgang kann sehr lange dauern (**Bild 2**).

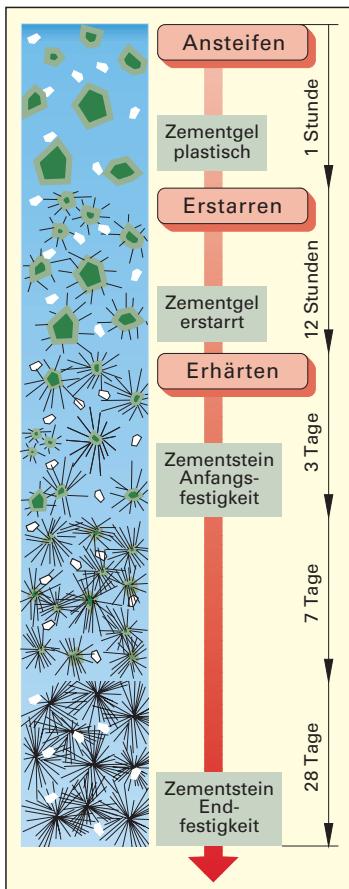


Bild 2: Erhärten des Betons

auslösenden und Betonangriff verursachenden Einflüssen unterschieden. Zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit sind je nach Expositionsklasse Mindestbetonfestigkeitsklassen und Mindestwerte der Betondeckung festgelegt (**Tabelle 1** und **Tabelle 2**, Seite 326). Als Betondeckung wird der Abstand der äußersten Bewehrungsstäbe, z.B. der Bügel, von der Schalung bzw. der Sauberkeitsschicht bezeichnet. Man unterscheidet zwischen dem Mindestmaß c_{\min} und dem Nennmaß c_{nom} (**Bild 1**, Seite 326). Das Nennmaß setzt sich aus dem Mindestmaß und dem Vorhaltemaß Δc_{dev} zusammen, das für die Expositionsklasse XC1 1,0 cm und der Expositionsklassen XC2, XC3, XC4, XD und XS 1,5 cm beträgt. Mit dem Vorhaltemaß werden eventuelle Abweichungen bei der Planung und Ausführung berücksichtigt. Auf den Bewehrungszeichnungen wird das Verlegemaß c_v angegeben, das mindestens dem Nennmaß der Betondeckung entsprechen muss.

Schichten aus natürlichen oder künstlichen Steinen, Holz oder haufwerkporigem Beton dürfen nicht auf die Betondeckung angerechnet werden. Eine Vergrößerung der Betondeckung kann z.B. aus Gründen des Brandschutzes, bei Betonflächen aus Waschbeton oder bei Flächen die steinmetzmäßig bearbeitet werden, notwendig sein.

Die Betondeckung wird durch Abstandhalter im Bauteil gewährleistet, außerdem werden Verschiebungen der Bewehrung beim Einbringen und Verdichten des Betons verhindert. Punktformige Abstandhalter werden für untere Bewehrungen, z.B. von Platten, Balken und Fundamenten sowie für Bewehrungen bei Seitenschalungen, z.B. bei Balken, Stützen und Wänden, verwendet. Als Abstandhalter für die obere Bewehrung von Platten eignen sich linienförmige Unterstützungskörbe aus Betonstahlmatten, je nach Einbauart mit oder ohne korrosionsschützten Standfüßen. Bei dicken Platten, z.B. Sohlplatten, baut man besondere Formen wie z.B. Rundstahlböcke ein.

Abstandhalter sind Einbauhilfen aus Kunststoff, Faserbeton oder Beton. Sie sollen einfach und schnell eingebaut werden können, widerstandsfähig gegen Bruch sein und keine Verformungen unter Last aufweisen. Abstandhalter dürfen keine Beschädigungen an der Schalhaut verursachen.

Abstandhalter aus Kunststoff sind am gebräuchlichsten, da sie hinsichtlich der Handhabung und des Zeitaufwandes beim Anbringen vorteilhaft sind (**Bild 1**, Seite 327). Die Bewehrung wird in einer dafür vorgesehenen Aussparung festgehalten. Die Berührungsfläche mit der Schalung ist gering. Kunststoff-Abstandhalter sind so geformt, dass sich eine Verzahnung mit dem Beton ergibt. Sie können bei Frost spröde oder brüchig werden oder sich bei hohen

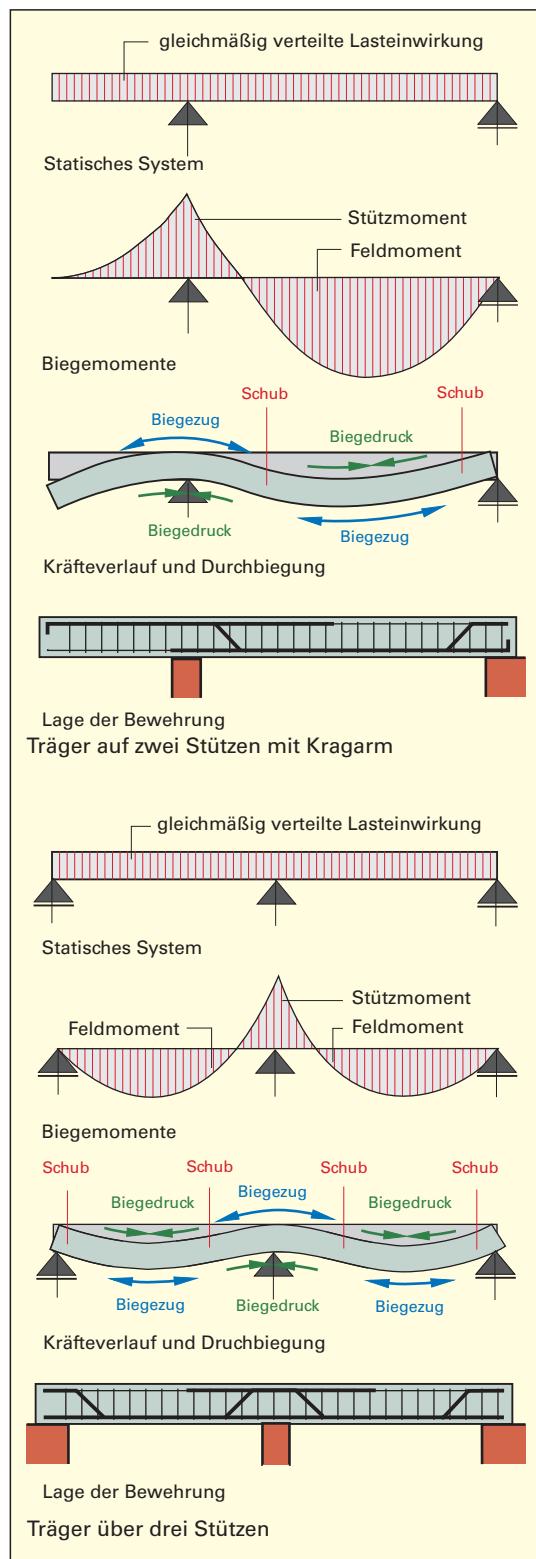


Bild 1: Auf Biegung beanspruchte Bauteile

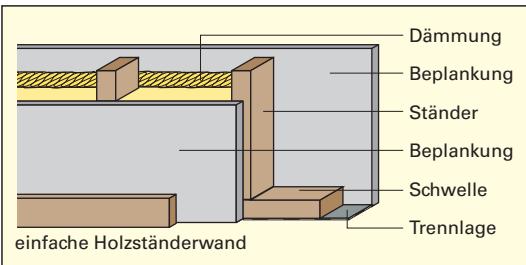


Bild 1: Leichte Trennwand

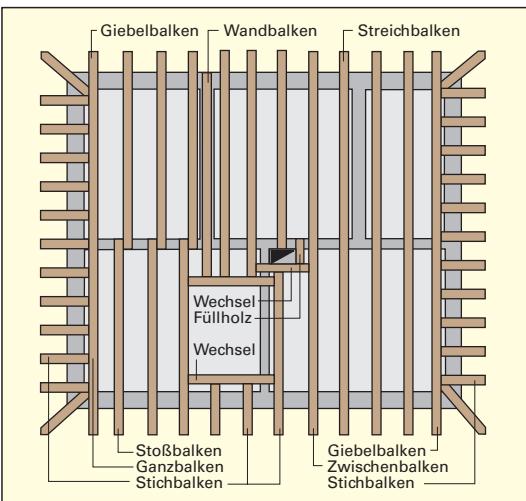


Bild 2: Anordnung der Balken (Dachbalkenlage)

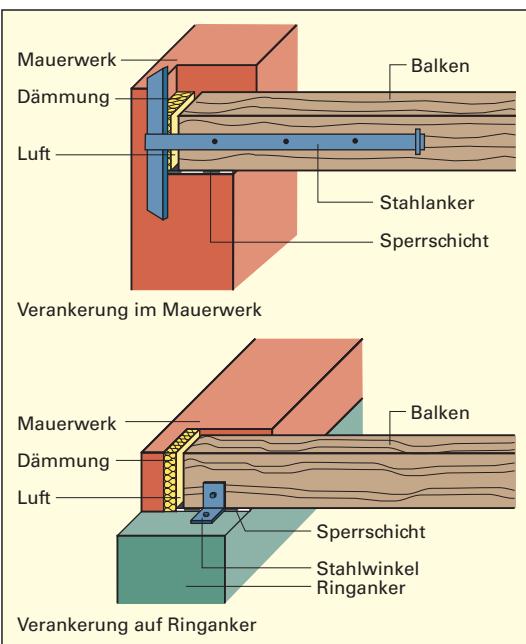


Bild 3: Verankerung von Balken

12.5.2 Holzdecken

Holzdecken werden meist als Balkendecken hergestellt. Jedoch werden Holzdecken auch als massive Holzkonstruktionen oder als Holz-Beton-Verbundkonstruktionen ausgeführt.

12.5.2.1 Holzbalkendecken

Holzbalkendecken haben eine geringe Eigenlast und werden trocken eingebaut. Sie werden vorwiegend im Fachwerk- und Holzskelettbau verwendet. Auch im Mauerwerksbau und im Holztafelbau werden Holzbalkendecken eingesetzt.

Balkenlagen

Holzbalkendecken im Wohnungsbau unterscheidet man nach ihrer Lage im Gebäude. Die **Geschossbalkenlage** trennt zwei Vollgeschosse voneinander. Die **Dachbalkenlage** trennt das Dachgeschoß vom obersten Vollgeschoß. Bei Kehlbalkendächern bildet die **Kehlbalkenlage** den oberen Abschluss des Dachraumes.

Balkenanordnung und Deckenkonstruktion

Innerhalb der Balkenlage werden die Balken entsprechend ihrer Anordnung und nach der Art ihrer Auflagerung verschieden bezeichnet (Bild 2).

Streichbalken liegen neben aufgehenden Wänden. Der Mindestabstand zur Wand soll 2 cm betragen.

Giebelbalken sind an den Giebelwänden angeordnete Streichbalken.

Wandbalken bilden den oberen Abschluss von Wänden. Bei Fachwerkwänden und bei Balken unter den Pfosten eines Dachstuhls nennt man diese auch Bundbalken.

Zwischenbalken liegen zwischen Streich-, Giebel- oder Wandbalken.

Ganzbalken nennt man die von Außenwand zu Außenwand ohne Stoß durchlaufenden Balken.

Stoßbalken sind Balken, die auf Zwischenwänden gestoßen werden.

Wechsel sind quer zu den Längsbalken angeordnete Balken. Sie werden meist eingezapft oder mit Balkenschuhen angeschlossen und bilden das Auflager von nicht durchgehenden Balken.

Stichbalken schließen an Wechselen oder Giebelbalken an und liegen auf Wänden auf.

Füllhölzer werden eingebaut, wenn der Abstand von Balken zu den Wänden zu groß wird.

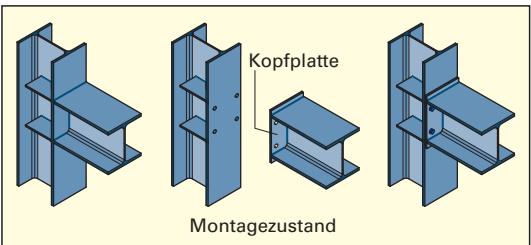


Bild 1: Anschluss Querriegel an Rahmenstiel als geschweißte und als geschraubte Verbindung

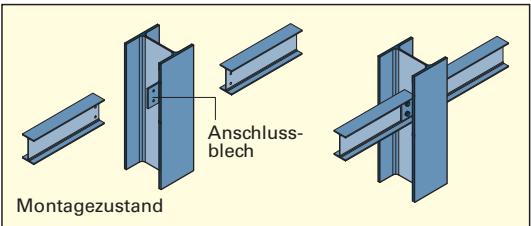


Bild 2: Anschluss Längsriegel an Rahmenstiel als geschraubte Verbindung

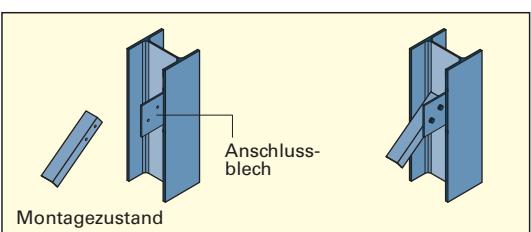


Bild 3: Anschluss Längsverband an Rahmenstiel als geschraubte Verbindung

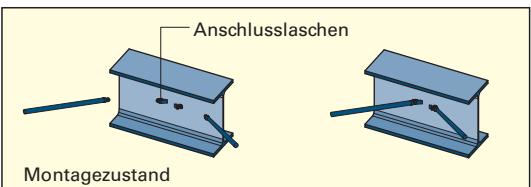


Bild 4: Anschluss Dachverband an Rahmenriegel als geschraubte Verbindung

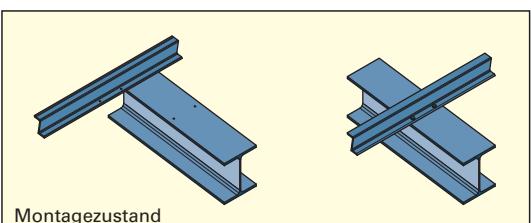


Bild 5: Anschluss Dachpfette an Rahmenriegel als geschraubte Verbindung

So muss für eine Schraubverbindung das Trägerende mit einer angeschweißten Kopfplatte ausgebildet werden, mittels derer der Riegel an den Rahmenstiel geschraubt wird (**Bild 1**). An der Kontaktfläche besteht eine Korrosionsgefahr, wenn der Stahl der Freibewitterung ausgesetzt ist. Auch bei nicht durchgezogenen Schweißnähten, wodurch sich Schlitzte bilden können, ist diese vorhanden. Das Korrosionsschutzsystem ist entsprechend auszulegen.

Mit Blick auf eine **montagegerechte Konstruktion** empfiehlt sich die Anschlussausführung mittels Schrauben. Sie ist gegenüber der Schweißnaht einfacher und schneller auszuführen. Bei Schweißnahtanschlüssen sind die Bauteile vor dem Verbinden durch Schweißpunkte in ihrer Lage zu fixieren. Eine fest vorgegebene Schweißnahtfolge ist einzuhalten, damit die durch das Erwärmen und anschließende Abkühlen in das Bauteil eingebrachten Eigenspannungen so gering wie möglich sind. Werden Schraubverbindungen verwendet, so ist eine Demontage zum Zwecke der Nutzungsänderung oder des Gebäudeabbruches ohne großen Aufwand möglich.

Die aufgestellten Stockwerkrahmen (**Bild 3**, Seite 413) werden über Längsriegel miteinander gekoppelt. Für den Anschluss wird eine geschraubte Montageverbindung angewendet (**Bild 2**). Am Steg des Rahmenstiels ist hierzu ein angeschweißtes Anschlussblech vorhanden.

Für die **Aussteifung des Gesamtbauwerks** sind Verbände vorgesehen. Sie sind in Hallenlängsrichtung angeordnet. Der **Längsverband** in den Endfeldern der Wandebene besteht aus Diagonalstreben, die je nach Beanspruchung Zug- oder Druckkräfte aufnehmen können. Zusammen mit dem Längsriegel bilden die Diagonalen ein Fachwerk und leiten Horizontalbeanspruchungen, z.B. aus Wind, ab. Der Anschluss wird als geschraubte Montageverbindung mit Anschlussblech am Rahmenstiel ausgeführt (**Bild 3**). In den Endfeldern der Dachebene befindet sich der **Dachverband**. Dieser besteht aus Diagonalstäben, die nur Zugkräfte übertragen. In diesem Fall sind stets zwei sich kreuzende Diagonalen anzutragen. Der Anschluss an den Rahmenriegel wird gelenkig ausgeführt (**Bild 4**). Dazu werden die mit einer Öse versehenen Stabenden an den Steg des Rahmenriegels in angeschweißte Anschlusslaschen eingeführt und verschraubt. In der Querrichtung ist das Gebäude infolge der Rahmentragwirkung ausreichend ausgesteift.

Die Dachpfetten als tragende Elemente der Dachhaut werden auf die Rahmenbinder mittels Schraubverbindung montiert. Der Schraubanschluss erfolgt jeweils durch die Gurte von Dachpfette und Rahmenriegel (**Bild 5**).

15.3 Wärmeschutz

Unter Wärmeschutz versteht man Maßnahmen zur Verringerung der Wärmeübertragung zwischen Räumen und der Außenluft und zwischen Räumen mit verschiedenen Raumtemperaturen. Ausreichender Wärmeschutz ist eine wichtige Voraussetzung für gesundes und behagliches Wohnen. Durch guten Wärmeschutz werden die Heizkosten und die Instandsetzungskosten des Gebäudes verringert.

Der Wärmeschutz eines Gebäudes ist abhängig von der Wärmedämmfähigkeit der das Gebäude umschließenden Bauteile wie Wände, Decken, Dach, Fenster und Türen. Unter **Wärmedämmfähigkeit** versteht man die Fähigkeit eines Bauteils, den Durchgang von Wärme von einer einen zu anderen Seite des Bauteils einzuschränken und damit eine Abwanderung oder Zufuhr von Wärme weitgehend zu verhindern. Sie kann durch Verwendung geeigneter Baustoffe und durch zweckmäßige Konstruktion der Bauteile erreicht werden. Die Übertragung der Wärme geschieht im Bauwerk durch Wärmestrahlung, durch Wärmemittführung, vor allem aber durch Wärmeleitung.

Der Umfang des erforderlichen Wärmeschutzes ist in DIN 4108 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – sowie in der Energieeinsparverordnung festgelegt. Sie enthalten auch die wärmeschutztechnischen Größen und Einheiten sowie die notwendigen Rechenverfahren. Wichtige Größen des Wärmeschutzes sind in DIN 4108 und in DIN EN ISO 7345 festgelegt (Bild 1).

15.3.1 Wärmeleitfähigkeit

Als Kenngröße für die Wärmeleitung in Stoffen wurde die Wärmeleitfähigkeit λ (gesprochen: klein lambda) eingeführt. Diese gibt diejenige Wärmemenge in Joule je Sekunde an, die durch eine 1 m^2 große Fläche eines Baustoffes von 1 m Dicke hindurchgeht, wenn der Temperaturunterschied zwischen beiden Oberflächen 1 Kelvin beträgt (Bild 2). Da $1 \text{ Joule je Sekunde (1 J/s)}$ der Einheit 1 Watt (1 W) entspricht, wurde als Einheit für die Wärmeleitfähigkeit Watt je Meter und Kelvin $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ festgelegt.

Ein Stoff leitet die Wärme umso besser, d. h., seine Wärmeleitfähigkeit ist umso größer, je dichter der Stoff ist, je weniger Poren er hat und je feuchter er ist. Es ist deshalb darauf zu achten, dass die Baustoffe vor Feuchtigkeit geschützt werden, damit ihre Wärmedämmfähigkeit erhalten bleibt.

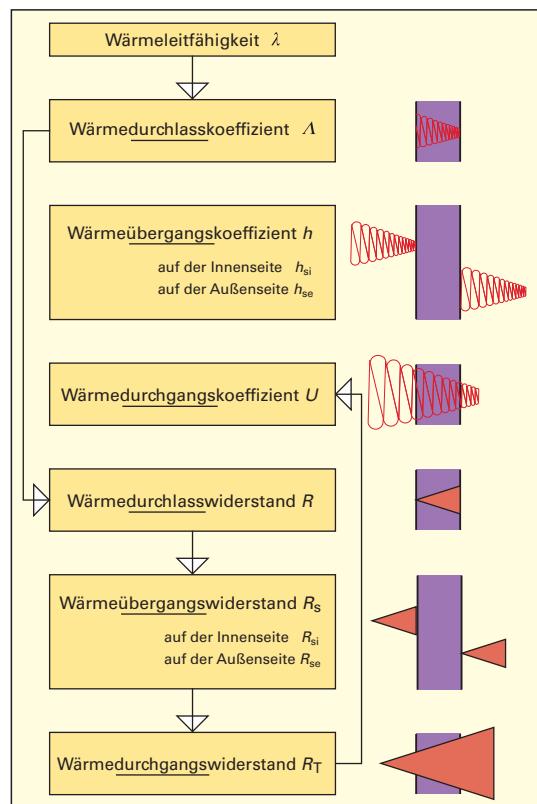


Bild 1: Übersicht über wichtige wärmeschutztechnische Größen

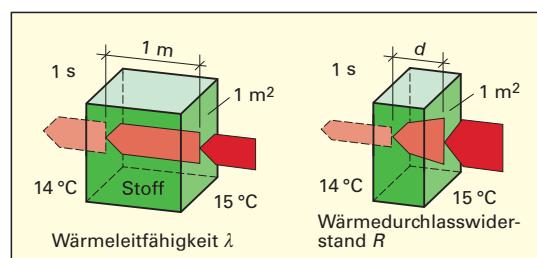


Bild 2: Darstellung der Wärmeleitfähigkeit und des Wärmedurchlasskoeffizienten

Tabelle 1: Wärmedurchlasswiderstand R_g von ruhenden Luftsichten nach DIN EN ISO 6946 in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$

Luftsichtdicke in mm	Richtung des Wärmestroms		
	aufwärts	horizontal	abwärts
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

bilden und dass die Wärmedehnung der tragenden Bauteile gering ist. Anzuwenden ist sie vor allem bei Räumen, die ständig genutzt werden, wie z.B. Räume in Wohnhäusern, Altenheimen und Krankenhäusern.

Die **Innendämmung** (Bild 1, Seite 454) ist bei Räumen geeignet, die schnell aufzuheizen sind oder die nur kurzzeitig benutzt werden, wie z.B. Räume in Kirchen, Vortragsräume, Konzerträume oder Räume in Wochenendhäusern. Möglich ist sie auch bei der nachträglichen Dämmung von Wänden. Eine **Kerndämmung** wird häufig bei Bauten mit Fassaden aus Sichtbeton oder Sichtmauerwerk angewendet.

15.3.6.2 Wärmedämmung bei Decken

Bei Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen, z.B. bei Abstellräumen, kann die Wärmedämmsschicht unter dem Fußboden eingebracht werden (Bild 1a). Decken, die Aufenthaltsräume nach unten gegen die Außenluft abgrenzen, wie z. B. Decken über Durchfahrten, benötigen an der Unterseite eine zusätzliche Dämmsschicht (Bild 1b). Die Wärmedämmung von Kellerdecken kann durch das Anbringen einer zusätzlichen Dämmsschicht unter dem Estrich oder an der Unterseite der Kellerdecke verbessert werden. Bei Aufenthaltsräumen, die nicht unterkellert sind, ist der Fußboden sowohl gegen Wärmeabwanderung ins Erdreich als auch gegen aufsteigende Feuchtigkeit zu schützen (Bild 1c). Bei Wohnungstrenndecken werden an den Wärmedämschutz keine besonderen Anforderungen gestellt, jedoch ist eine Dämmsschicht als Trittschallschutz erforderlich.

15.3.6.3 Wärmedämmung bei Wärmebrücken

Wärmebrücken sind einzelne Bereiche, die eine geringere Wärmedämmung aufweisen als die übrigen Bauteile. Da über sie mehr Wärme nach außen abwandert, ist die Oberflächentemperatur an ihrer Innenseite niedriger. Dies kann zu Tauwasserbildung führen. Deshalb sind Wärmebrücken durch bautechnische Maßnahmen zu vermeiden (Bild 2). Die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz sind deshalb durch Normung festgelegt (Tabelle 1, Seite 448).

15.3.6.4 Wärmedämmung bei Dächern

Die Anordnung der Wärmedämmsschicht bei Dächern hängt von der Art des Daches ab. Beim belüfteten oder unbelüfteten geneigten Steildach kann die Wärmedämmsschicht auf den Sparren, zwischen den Sparren oder unter den Sparren angebracht sein (Bild 1, Seite 456 und Bild 1a, Seite 504). Häufig werden sie kombiniert ausgeführt.

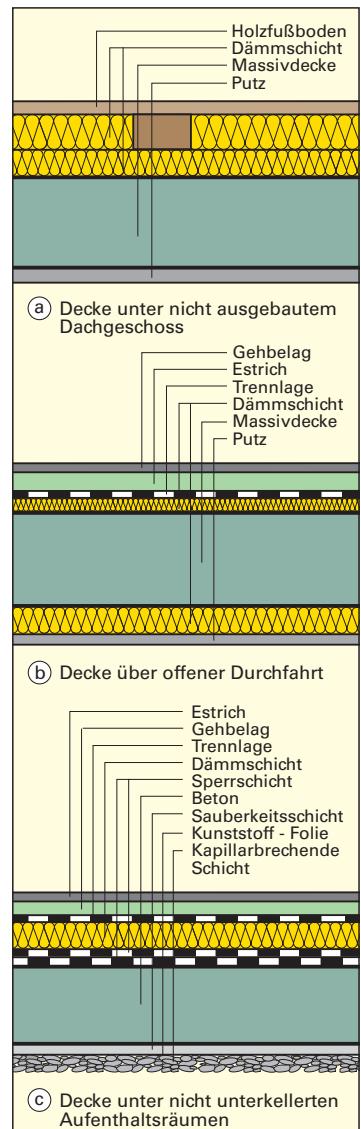


Bild 1: Wärmedämmsschicht bei Decken

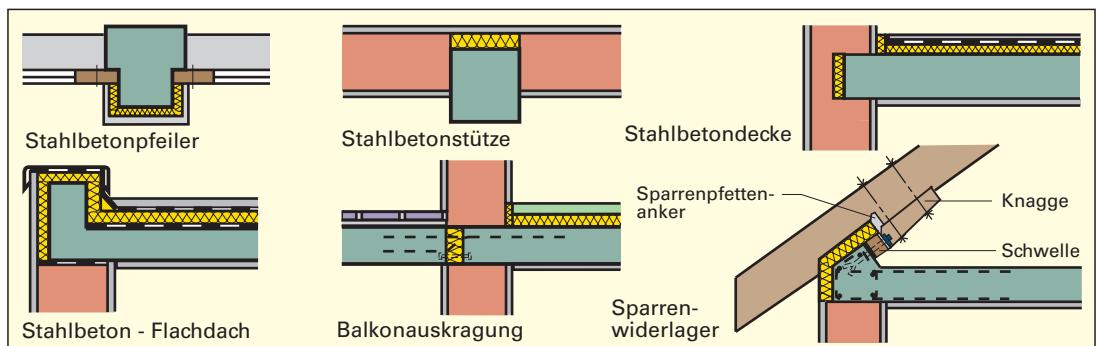


Bild 2: Wärmedämmung zur Vermeidung von Wärmebrücken

Bei der **Verlegung** wird die Traufplatte der Giebelseite, an der die Deckung beginnt, zuerst aufgelegt und nach dem Schnurschlag ausgerichtet. Die weitere Verlegung erfolgt in Bahnen jeweils von der Traufe zum First. Dabei muss beachtet werden, dass die Platten am Eckenschnitt einen Abstand von mindestens 5 mm haben.

Zur **Befestigung** werden Faserzement-Wellplatten im Bereich der Höhenüberdeckung auf dem Wellenberg mit zwei Schrauben mit der Unterkonstruktion verschraubt. Im Bereich von Ortsgängen und Traufen müssen wegen des Windsogs die Platten auch auf der Mittelauflage befestigt werden. Dazu werden in die Platten Löcher mit einem Durchmesser von 11 mm gebohrt.

Nach dem Werkstoff der Unterkonstruktion erfolgt die Befestigung hauptsächlich mit Holzschrauben, L-Haken und Schrauben mit Dübeln (**Bild 1**). Die Abdichtung des Schraubenloches erfolgt durch eine Pilzdichtung aus Kunststoff mit einem Korrosionsschutzhut. Kurzwelplatten werden durch vorhandene Bohrungen mit Glockenschrauben befestigt (Bild 1, Seite 502).

17.5.3 Deckung mit verfalzen Blechen

Zu Dachdeckungen aus ebenflächigen Blechen verwendet man vorwiegend Blechbänder, aber auch Blechtafeln aus Kupfer, Aluminium, Titan-Zink sowie verzinktem und beschichtetem Stahl. Blechbänder haben eine Länge bis zu 14 m und eine Breite bis zu 1000 mm. Die Abmessungen von Blechtafeln betragen in der Regel 1000 mm x 2000 mm. Die Bleche werden an den senkrecht zur Traufe liegenden Stößen aufgekantet und übereinander gefalzt (**Bild 2**). Durch diese **Stehfalzdeckung** liegen die verhältnismäßig dichten Fugen bis zu 35 mm über der Dachoberfläche und erfordern nur eine Mindestneigung von 3°. Sind Querfalze erforderlich, erhöht sie sich auf 5°.

17.5.4 Deckung mit Bahnen

Die Bahnendeckung wird im Wesentlichen mit **Bitumen-Dachbahnen** und **Bitumen-Dachdichtungsbahnen** ausgeführt. Für normale Beanspruchung genügt eine zweilagige Deckung. Auf die punktweise aufgeklebte oder aufgenagelte erste Lage wird die zweite Lage aus Bitumen-Dachbahnen vollflächig aufgeklebt.

Dachbeläge aus Bahnen müssen einen **Oberflächenschutz** erhalten. Dieser hat die Aufgabe, unmittelbare Sonneneinstrahlung von der Dachhaut abzuhalten. Als Oberflächenschutz weisen Bahnen eine werkmäßig aufgebrachte Bestreuung, z. B. aus **Schiefersplitt**, auf.

17.5.5 Unfallschutz bei Dacharbeiten

Arbeitsplätze auf Dächern müssen sicher begehbar sein. Dazu müssen entsprechende Arbeits- und Schutzgerüste sowie Leitern bereitgehalten werden (Seite 182). Faserzement-Wellplatten dürfen beispielsweise beim Verlegen nicht betreten werden. Das Eindecken erfolgt deshalb mithilfe eines Laufstegs, der auf den Pfetten aufliegt, und eines Arbeitsstegs auf den verlegten Platten sowie einer quer darüber liegenden Arbeitsbohle. Die Ausführung ist vom Pfettenabstand und der Dachneigung abhängig (**Bild 3**, Seite 502).

Deckwerkstoffe müssen so auf dem Dach abgesetzt und gesichert werden, dass sie nicht abrutschen, das Dach nicht überlastet wird und ein zügiger Arbeitsablauf beim Eindecken möglich ist (**Bild 3**).

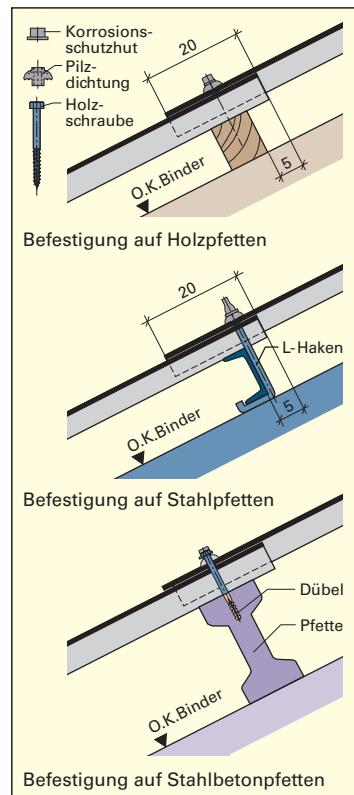


Bild 1: Befestigungsarten bei Faserzement-Platten



Bild 2: Deckung mit verfalzen Blechen



Bild 3: Bereitstellung von Deckwerkstoffen



Bild 1: Geriebener Putz

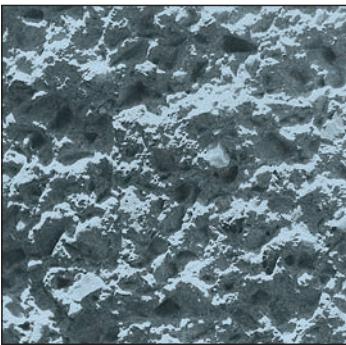


Bild 2: Kratzputz

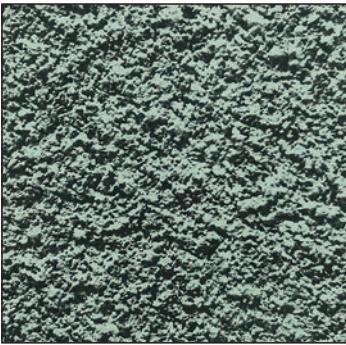


Bild 3: Spritzputz

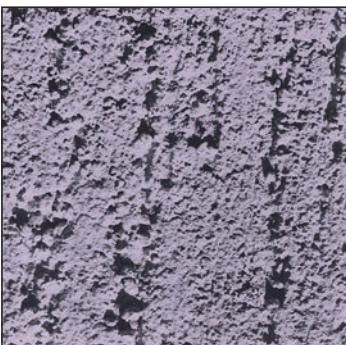


Bild 4: Scheibenputz

Der Mörtel für **Glätt- und Reibeputze** soll möglichst wasserarm sein. Er ist in kleinen Flächen anzuwerfen und in gleichmäßigen Arbeitsgängen fertigzustellen (**Bild 1**). Reiben oder Glätten darf nicht zu lange erfolgen. Sobald die Putzoberfläche blank wird, muss man mit Glätten bzw. Reiben aufhören. Bei zu langem Abreiben wird die Mörteloberfläche mit übermäßig viel Bindemittel angereichert, wodurch Schwindrisse entstehen.

Der **Kratzputz** gehört zu den Rauputzen (**Bild 2**). Durch Kratzen wird die bindemittelreichere Oberschicht aufgeraut; die Schwindrissbildung wird dadurch vermieden. Zum Kratzen eignen sich z.B. Nagelbretter. Gekratzt werden darf erst bei geeigneter Putzhärte, die Voraussetzung für das sauber abspringende Korn ist. Die Putzfläche ist anschließend mit einem weichen Besen abzukehren.

Der **Spritzputz** hat eine ähnliche Oberfläche wie der Kratzputz (**Bild 3**). Er wird häufig mit dem maschinellen Putzgerät aufgetragen. Der Mörtel soll aus feinkörnigen Sanden bestehen. Eine gleichmäßige Oberfläche lässt sich durch mehrmaliges Spritzen erreichen. In der Regel erfolgt dies in drei Lagen, wobei jede Lage in eine andere Richtung zu spritzen ist.

Der **Kellenstrichputz** ist dadurch gekennzeichnet, dass der angeworfene und angezogene Mörtel mit einer Glätkelle verdichtet wird. Der einzelne Kellenstrich bleibt jedoch sichtbar. Er kann waagerecht, bogenförmig oder fächerförmig geführt werden, wodurch sich jeweils eine andere Oberflächenwirkung ergibt.

Die Struktur des **Scheibenputzes** entsteht beim Verreiben der Oberschicht durch das Grobkorn (**Bild 4**). Das Grobkorn von 2 mm oder 4 mm bei Sanden rollt dabei auf dem festen Untergrund und bildet Rillen. Mit dem Reibebrett kann waagerecht, senkrecht oder bogenförmig verrieben werden.

Der **Kellenwurffputz** erhält seine Oberfläche durch das Anwerfen des Mörtels mit der Kelle. In der Regel wird eine Gesteinskörnung der Korngröße bis etwa 10 mm verwendet. Der Kellenwurffputz gehört zu den sehr rauen Putzen.

Das **Sgraffito** ist ein aus mehreren farbigen Putzlagen herausgekratztes Bild mit Linien- oder Flächenstruktur. Die einzelnen Lagen dieses Putzes heißen Unterputz, Kratzgrund und Kratzschicht. Der Kratzgrund umfasst die farbigen Schichten, die einzeln nacheinander mit jeweils 5 mm Dicke aufgetragen werden. Die Deckschicht als Kratzschicht besteht in der Regel aus einem hellen Mörtel. Das Herstellen des Sgraffitos erfordert genaue Zeichnungen und Schablonen sowie eine geübte Hand.

Mit **Stuck** bezeichnet man einen Stuckputz, der nach dem Auftragen durch Ziehen oder Abscheiben mit Lehren oder Schablonen geformt wird. Für Stuckputz eignet sich am besten Gipsmörtel, dem für längere Verarbeitungszeiten Leim oder Verzögerer zugesetzt werden können.

Der Mörtel für **Stuckmarmor** wird aus feinem Alabastergips oder Marmorgips unter Beimischung von Farbpigmenten hergestellt und auf den Putzgrund aus Stuckgips aufgetragen. Die gespachtelte und polierte Oberfläche, die dem nachzuahmenden Marmor entsprechen muss, ist nach dem Austrocknen zu wachsen.

Dabei werden die angegebenen Eigenschaften überprüft (Bestätigungsprüfung). Die Prüfungen erfolgen nach der jeweils zutreffenden Prüfnorm.

Bei der jeweiligen Konformitätskennzeichnung (CE-Kennzeichnung) können weitere Eigenschaften des Produktes, z.B. das Brandverhalten, die Wasserdampfdurchlässigkeit oder die chemische Beständigkeit, vom Hersteller deklariert werden.

18.6.2 Estrichkonstruktionen

Mit der Estrichkonstruktion wird die Schichtenfolge des Estricheinbaus (Estrichverlegung) vom tragenden Untergrund bis zur fertigen Estrichschicht festgelegt. Estrichkonstruktionen als genormte **Estriche im Bauwesen** sind Verbundestriche, Estriche auf Trennschicht, Estriche und Heizestrichen auf Dämmschicht sowie hochbeanspruchte Estriche.

Verbundestriche (V) sind im Verbund mit dem tragenden Untergrund hergestellte Estriche. Sie können unmittelbar als Boden, wie z.B. in Keller- und Abstellräumen oder Garagen, genutzt werden. Zusätzlich können Verbundestriche auch mit einer Beschichtung oder einem Belag versehen werden. Für Verbundestriche eignen sich alle Estrichmörtel oder Estrichmassen. Dabei kann der Zementestrich sowohl „frisch in frisch“ als monolithischer Estrich oder nachträglich wie alle anderen Estriche über eine geeignete Haftbrücke, zur Sicherung des Verbundes, eingebaut werden (**Bild 1**).

Die Dicke der Estrichschicht liegt bei einschichtigen Estrichen üblicherweise je nach Nutzungszweck, verwendetem Bindemittel und Korngröße der Gesteinskörnung zwischen 20 mm und 50 mm. Verbundestriche werden nach verwendeter Mörtelart, Druckfestigkeits- bzw. Härteklaasse, Estrichkonstruktion und Dicke der Estrichschicht bezeichnet. Weitere Angaben wie z.B. die Biegezugfestigkeitsklasse (F) oder die Verschleißwiderstandsklasse (A) sind möglich (**Bild 2**).

Estriche auf Trennschicht (T) sind Estriche, die durch eine Zwischenlage vom Untergrund getrennt sind. Sie eignen sich unmittelbar als Fußboden sowie zur Aufnahme einer Beschichtung oder eines Belages, z.B. in Heizräumen, Wasch- und Trockenräumen oder Lagerräumen.

Für Estriche auf Trennschicht können alle Estrichmörtelarten verwendet werden. Als Trennschichten werden Polyethylenfolien, Bitumenpapier oder Rohglasvliesbahnen verwendet. Sie sind außer bei Calciumsulfatestrich und Gussasphaltestrich zweilagig zu verlegen. Dabei kann eine Lage der Trennschicht, z.B. in Untergeschossräumen, auch als Abdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit ausgeführt werden.

Die zweilagige Verlegung der Trennschicht sichert die Entkopplung des Estrichs vom Untergrund und ermöglicht eine spannungsfreie Bewegung auf der Unterlage. Durch den umlaufenden 5 mm dicken Randstreifen kann der Estrich von den angrenzenden Bauteilen durch die entstehende Randfuge getrennt werden.

Die Mindestdicken der Estrichschichten betragen bei Gussasphaltestrich 20 mm, bei Calciumsulfatestrich 30 mm und bei Zementestrich 35 mm (**Bild 3**).

Bei der Bezeichnung der Estriche auf Trennschicht werden der verwendete Estrich mit der Druckfestigkeits- bzw. Härteklaasse, die Estrichkonstruktion und die Dicke der Estrichschicht angegeben (**Bild 4**).

Tabelle 1: Estrichmörtel, Estrichmassen; Normprüfung der Eigenschaften nach DIN EN 13813

Bindemittel des Estrichmörtels, der Estrichmasse	Geforderte Normprüfung
Zement (Zementestrich)	– Druckfestigkeit – Biegezugfestigkeit – Verschleißwiderstand bei Nutzestrichen
Calciumsulfat (Calciumsulfatestrich) Anhydrit (Anhydritestrich)	– Druckfestigkeit – Biegezugfestigkeit – pH-Wert
Gussasphalt (Gussasphaltestrich)	– Eindringtiefe (Härte)
Kunstharz (Kunstharzestrich)	– Verschleißwiderstand – Schlagfestigkeit bei Nutzestrichen – Haftzugfestigkeit

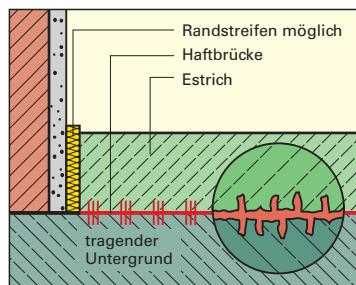


Bild 1: Verbundestrich

Estrich DIN 18560 - CT - C30 - F5 - V35			
Zementestrich	_____	Druckfestigkeitsklasse	_____
_____	_____	Biegezugfestigkeitsklasse	_____
Verbondestrich	_____	_____	_____
Estrichdicke	_____	_____	_____

Bild 2: Bezeichnung eines Verbundestrichs

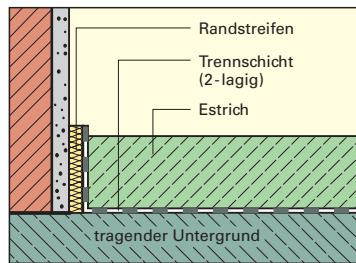


Bild 3: Estrich auf Trennschicht

Estrich DIN 18560 - AS - IC15 - T25			
Gussasphaltestrich	_____	Härteklaasse	_____
_____	_____	_____	_____
Estrich auf	_____	_____	_____
Trennschicht	_____	_____	_____
Estrichdicke	_____	_____	_____

Bild 4: Bezeichnung eines Estrichs auf Trennschicht