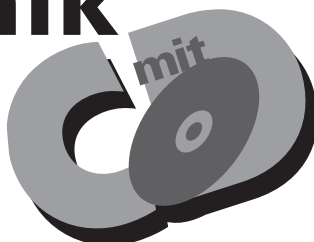




EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Bautechnik

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
Düsseldorfstraße 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 Triltsch 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	Dispersionen	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	Mauermörtel	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	Holzerstörende Pilze	120
3.5.4	Arten	94	3.9.6.2	Holzerstörende 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 und Holzwerkstoffe	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, Bewehrungsdraht	138

3.10.2.3	Betonstahlmatten	138	5.1.3.1	Planung der Baustelleneinrichtung	170
3.10.2.4	Prüfung von Betonstahl	140	5.1.3.2	Erschließung der Baustelle	171
3.10.3	Spannstahl	141	5.1.3.3	Verkehrssicherung der Baustelle	171
3.10.4	Rippenstreckmetall	141	5.1.3.4	Fördergeräte und Hebezeuge	174
3.10.5	Nichteisenmetalle	142	5.1.3.5	Unterkünfte und Magazine	175
3.10.6	Korrosion	143	5.1.3.6	Lager- und Werkflächen	177
3.10.6.1	Chemische Korrosion	143	5.1.3.7	Baustoffrecycling	178
3.10.6.2	Elektrochemische Korrosion	143	5.2	Überwachung der Bauausführung	179
3.10.6.3	Korrosionsschutz	144	5.2.1	Berichtswesen	179
3.11	Kunststoffe	146	5.2.1.1	Bautagebuch	179
3.11.1	Aufbau, Eigenschaften und Bezeichnung	146	5.2.1.2	Leistungsmeldung	180
3.11.2	Arten	147	5.2.2	Baukontrolle	180
3.11.2.1	Thermoplaste	147	5.3	Sicherheitstechnik	181
3.11.2.2	Duroplaste	148	5.3.1	Unfallverhütung	181
3.11.2.3	Elastomere	150	5.3.2	Verhalten bei Unfällen	182
3.11.2.4	Silikone	151	5.4	Gerüste	182
4	Bauplanung		5.4.1	Schutzgerüste	183
4.1	Arten der Bauplanung	152	5.4.1.1	Fanggerüste	183
4.2	Grundlagen der Bauplanung	152	5.4.1.2	Dachfanggerüste	183
4.2.1	Baurechtliche Grundlagen	152	5.4.1.3	Schutzdächer	184
4.2.1.1	Baugesetzbuch (BauGB)	153	5.4.2	Arbeitsgerüste	184
4.2.1.2	Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung BauNVO)	153	5.4.2.1	Gerüstbauteile	185
4.2.1.3	Umweltschutzgesetze	154	5.4.2.2	Gerüstarten	187
4.2.1.4	Bauordnungen der Länder	154	5.4.2.3	Auf- und Abbau von Gerüsten	190
4.2.1.5	Flächennutzungsplan (FNP)	156	5.5	Bauvermessung	191
4.2.1.6	Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen	156	5.5.1	Abstecken von Punkten	191
4.2.1.7	Bebauungsplan (Beb.-Pl.)	157	5.5.1.1	Bezeichnen von Punkten im Gelände	191
4.2.1.8	Veränderungssperre, Zurückstellung von Baugesuchen	157	5.5.1.2	Fluchten	191
4.2.2	Technische Grundlagen	158	5.5.2	Längenmessung	192
4.2.2.1	Technische Vorschriften, Ausführungs-Verordnungen, Richtlinien	159	5.5.3	Winkelmessung	194
4.2.2.2	DIN-Normen, Vergabeordnungen	159	5.5.3.1	Abstecken von rechten Winkeln mit Längenmesszeugen	194
4.2.2.3	Merkblätter, Hinweise, Prüfzeugnisse	159	5.5.3.2	Abstecken rechter Winkel mit Kreuzscheibe und Winkelprisma	195
4.3	Phasen der Bauplanung mit Baudurchführung	159	5.5.3.3	Abstecken beliebig großer Winkel	195
4.4	Baugenehmigungsverfahren	161	5.5.4	Höhenmessung	196
4.5	Planmaßstäbe	162	5.5.5	Bauvermessung mit Laser-Instrumenten	199
4.6	Baukostenplanung	162	5.5.6	Aufnahme von Längs- und Querprofilen	201
4.7	Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung von Bauleistungen (AVA)	163	5.5.6.1	Aufnahme von Längsprofilen	201
4.7.1	Ausschreibung und Vergabe	164	5.5.6.2	Aufnahme von Querprofilen	202
4.7.1.1	Arten der Ausschreibung und Vergabe	165	5.5.7	Bauabsteckung	202
4.7.1.2	Arten der Bauverträge	166	5.5.8	Schnurgerüst	202
4.7.2	Abrechnung	166	6	Baugrund, Gründungen, Entwässerung	
5	Baubetrieb		6.1	Baugrund	205
5.1	Arbeitsvorbereitung	167	6.1.1	Baugrube, Baugrubensicherung	205
5.1.1	Bauverfahren	167	6.1.1.1	Baugrube	205
5.1.2	Bauzeit	168	6.1.1.2	Baugrubensicherung	206
5.1.2.1	Ermittlung der Bauzeit	168	6.1.1.3	Homogenbereiche von Boden und Fels	209
5.1.2.2	Darstellung der Bauzeit	169	6.1.2	Druckverteilung im Boden	210
5.1.3	Baustelleneinrichtung	170	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	Fundamenteerder	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	Abwasserableitungsverfahren	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	Außenwände	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	Ausfachungen	261
7.2.1	Mittenverbände	225	7.5.3.1	Ausfachungen im Fachwerkbau	261
7.2.1.1	Binderverband	226	7.5.3.2	Ausfachungen 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
7.2.3	Rechtwinklige Maueranschlüsse	229	7.6.3.1	Trockenmauerwerk und Bruchsteinmauerwerk	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	Schiefwinklige Maueranschlüsse	231	7.7.1	Bestandsaufnahme	267
7.2.4.1	Schiefwinklige Mauerecken	231	7.7.2	Mauerwerkssanierung	268
7.2.4.2	Schiefwinklige Mauereinbindungen	231	7.7.3	Mauerwerkstrockenlegung	269
7.2.4.3	Schiefwinklige Mauerkreuzungen	232	7.7.4	Beseitigung von Salzen und Ausblühungen	271
7.2.5	Schornsteinverbände	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	Schlitze 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
8.1.2.4	Schalungszwingen	276
8.1.2.5	Aussteifung	277
8.2	Herstellen der Schalung	277
8.2.1	Einschalen	277
8.2.2	Verspannen	278
8.2.3	Schalen von Aussparungen	279
8.3	Ausschalen	279
8.3.1	Wartung und Lagern der Schalung	280
8.4	Schalungen für Bauteile	281
8.4.1	Fundamentalschalungen	281
8.4.2	Wandschalungen	281
8.4.2.1	Ebene Wandschalungen	281
8.4.2.2	Gekrümmte Wandschalungen	283
8.4.3	Stützenschalungen	284
8.4.4	Balkenschalungen	284
8.4.5	Deckenschalungen	285
8.4.6	Treppenschalungen	285
8.4.7	Schalung für Sichtbeton	286
8.4.8	Großflächenschalung von Wänden und Decken	287
8.4.8.1	Großflächige Wandschalungen	287
8.4.8.2	Großflächige Deckenschalungen	288
8.4.8.3	Objektschalungen	288
8.4.9	Kletterschalung	289
8.4.10	Gleitschalung	290
9	Betonbau	
9.1	Arten und Normung	291
9.2	Frischbeton	292
9.2.1	Erhärtungsphasen	292
9.2.2	Wassermenge	293
9.2.3	Konsistenz	294
9.2.3.1	Konsistenzklassen	295
9.2.3.2	Prüfung der Konsistenz	296
9.2.4	Transportbeton	297
9.2.5	Lieferung von Transportbeton	298
9.2.5.1	Festlegung des Betons	298
9.2.5.2	Bestellung	299
9.2.5.3	Transport	299
9.2.5.4	Übergabe	300
9.2.6	Einbau	301
9.2.6.1	Fördern	301
9.2.6.2	Einbringen	302
9.2.6.3	Verdichten	303
9.2.6.4	Nachbehandeln	306
9.2.6.5	Recycling von Restbeton	307
9.2.6.6	Betonieren unter besonderen Bedingungen	307
9.2.6.7	Sonderbetonieretechniken	309
9.3	Festbeton	311
9.3.1	Eigenschaften	311
9.3.2	Festbetonklassifizierung	313
9.3.2.1	Druckfestigkeitsklassen	313
9.3.2.2	Expositionsklassen und Feuchtigkeitsklassen	313

9.4	Qualitätssicherung	316
9.4.1	Produktionskontrolle	316
9.4.2	Konformitätskontrolle	316
9.4.2.1	Konformitätskontrolle für Frischbeton	317
9.4.2.2	Konformitätsprüfung für Festbeton	317
9.5	Leichtbeton	319
9.5.1	Leichtbetonarten	319
9.5.2	Zusammensetzung	319
9.5.3	Eigenschaften	320
9.5.4	Verarbeitung	321
10	Stahlbetonbau	
10.1	Stahlbeton	322
10.1.1	Lage und Form der Bewehrung	323
10.1.2	Betondeckung	324
10.1.3	Bewehrungsrichtlinien	327
10.1.3.1	Stababstände	327
10.1.3.2	Biegungen	328
10.1.3.3	Verankerungen	329
10.1.3.4	Stöße von Bewehrungen	331
10.1.3.5	Stabbündel	333
10.1.4	Bewehren	333
10.1.4.1	Vorbereiten der Bewehrung	333
10.1.4.2	Einbau der Bewehrung	336
10.1.5	Bewehrung von Stahlbetonbauteilen	337
10.1.5.1	Fundamente	337
10.1.5.2	Stahlbetonstützen	338
10.1.5.3	Stahlbetonwände	340
10.1.5.4	Stützwände	343
10.1.6	Decken	344
10.1.6.1	Stahlbeton-Vollplatten	345
10.1.6.2	Stahlbeton-Hohlplatten	347
10.1.6.3	Plattenbalkendecken	347
10.1.6.4	Stahlbetonrippendecken	348
10.1.6.5	Stahlbetonbalkendecken	349
10.1.6.6	Stahlsteindecken	350
10.1.6.7	Bewehrung von Stahlbetonplatten	350
10.1.7	Stahlbetonbalken und Stahlbetonplatten- balken	357
10.2	Instandsetzung von Stahlbetonbauten	361
10.2.1	Einwirkungen auf Stahlbetonbauteile	361
10.2.1.1	Chemische Einwirkungen	361
10.2.1.2	Physikalische Einwirkungen	362
10.2.1.3	Fehler bei der Bauausführung	363
10.2.1.4	Korrosion der Bewehrung	363
10.2.2	Planung einer Instandsetzungs- maßnahme	363
10.2.3	Instandsetzungsverfahren	364
10.2.4	Ausführung einer Instandsetzungs- maßnahme	364
10.2.4.1	Vorbereitung des Untergrundes	364
10.2.4.2	Wiederherstellen des Korrosionsschutzes	365
10.3	Spannbeton	366
10.3.1	Prinzip des Spannbetons	366
10.3.2	Arten des Spannbetons	367
10.3.3	Baustoffe	368
10.3.4	Spannglied	368
10.3.5	Vorspannen	369

10.3.6	Spannvorgang	369
10.3.7	Vorteile des Spannbetons	370

11 Betonfertigteilbau

11.1	Fertigteilbauweisen	371
11.1.1	Skelettbauweise	371
11.1.2	Tafelbauweise	373
11.2	Herstellung und Montage von Fertigteilen	374
11.2.1	Herstellung	374
11.2.2	Montage	374
11.2.3	Elementwände	376

12 Holzbau

12.1	Bearbeitung von Holz	377
12.1.1	Messen und Anreißen	377
12.1.2	Sägen	377
12.1.2.1	Handsägen	377
12.1.2.2	Sägemaschinen	378
12.1.3	Hobeln	381
12.1.3.1	Handhobel	381
12.1.3.2	Hobelmaschinen	381
12.1.4	Stemmen	382
12.1.4.1	Stemmwerkzeuge	382
12.1.4.2	Kettenstemmmaschinen	382
12.1.5	Bohren	383
12.1.5.1	Bohrerarten	383
12.1.5.2	Bohrmaschinen	383
12.1.6	Schleifen	384
12.1.6.1	Schleifmittel	384
12.1.6.2	Maschinen zum Schleifen	384
12.1.7	Unfallverhütungsvorschriften	384
12.2	Verbindungsmittel	385
12.2.1	Nägeln	385
12.2.2	Klammern	385
12.2.3	Schrauben	386
12.2.4	Dübel besonderer Bauart und Stabdübel	387
12.2.5	Nagelplatten	387
12.2.6	Stahlbleche und Stahlblechformteile	388
12.2.7	Verankerungselemente und Dübel	388
12.3	Holzverbindungen	389
12.3.1	Längsverbindungen	390
12.3.2	Eckverbindungen	390
12.3.3	Abzweigungen	390
12.3.4	Kreuzungen	391
12.3.5	Versatz	392
12.3.6	Stabdübel- und Bolzenverbindungen	393
12.3.7	Dübelverbindungen	394
12.3.8	Tragende Nagelverbindungen	395
12.3.8.1	Mindestholzdicken und Einschlagtiefen	396
12.3.8.2	Mindestnagelabstände	396
12.3.8.3	Herstellung von Nagelverbindungen	396
12.3.8.4	Nagelverbindungen mit Stahlblechen	397
12.3.9	Nagelplattenverbindungen	397
12.4	Bauholzverklebung	398
12.4.1	Klebstoffe	398
12.4.1.1	Thermoplastische Klebstoffe	398

12.4.1.2	Duroplastische Klebstoffe	399
12.4.1.3	Kleber	399
12.4.2	Brettschichtholz	400
12.4.3	Verklebte Kanthölzer	401
12.4.4	Stegträger und Fachwerkträger	401
12.5	Holzkonstruktionen	402
12.5.1	Holzwände	402
12.5.1.1	Fachwerkwand	402
12.5.1.2	Holzskelettbau	403
12.5.1.3	Holzrahmenbau	403
12.5.1.4	Holztafelbau	403
12.5.1.5	Blockbauweisen	407
12.5.1.6	Leichte Trennwände	407
12.5.2	Holzdecken	408
12.5.2.1	Holzbalkendecken	408
12.5.2.2	Massive Holzdecken	409

13 Stahlbau

13.1	Stahlbearbeitung	410
13.1.1	Fügen	410
13.1.2	Trennen	410
13.1.3	Umformen	411
13.2	Bauarten	411
13.2.1	Fachwerkbauweise	411
13.2.2	Rahmenbauweise	412
13.2.2.1	Knotenpunkte	413
13.2.2.2	Arten der Verbindungen	413
13.2.2.3	Ausführung der Verbindungen	413
13.3	Einbau von Stützen und Trägern	415
13.3.1	Stahlstützen	415
13.3.2	Stahlträger	415
13.3.3	Wandausbildung	416
13.4	Schutzmaßnahmen	416
13.5	Stahlverbundbau	417
13.5.1	Verbundsicherung	417
13.5.2	Stahlverbundträger	417
13.5.3	Stahlverbunddecken	418
13.5.4	Stahlverbundstützen	418
13.6	Sandwichelemente im Stahlbau	419

14 Treppenbau

14.1	Bezeichnungen	421
14.2	Treppenformen	422
14.3	Treppenabmessungen	423
14.3.1	Stufenmaße	423
14.3.2	Treppenmaße	424
14.3.3	Stufenverziehung	425
14.3.3.1	Verziehen einer viertelgewendelten Treppe	426
14.3.3.2	Verziehen einer halbgewendelten Treppe	427
14.4	Treppenaufbau	428
14.4.1	Steintreppen	428
14.4.1.1	Treppenstufen	428
14.4.1.2	Gemauerte Treppen	429
14.4.1.3	Laufplattentreppen	430
14.4.1.4	Wangentreppen	431

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	Wagentreppen	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 Energieeinsparverordnung (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 Bauteilinnern	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	Fachwerkbinder	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					
18.1	Sanitärtechnik	508	18.6.2	Estrichkonstruktionen	539
18.1.1	Trinkwasserinstallation	508	18.6.3	Estricheinbau	541
18.1.2	Abwasserinstallation	509	18.6.4	Estrichfugen	543
18.1.3	Sanitäre Einrichtungen	510	18.6.5	Estrichnachbehandlung	544
18.2	Heizungstechnik	510	18.6.6	Belegung von Estrichen	544
18.2.1	Wärmeerzeugung	510	18.6.7	Höhenfestlegung	544
18.2.1.1	Unterscheidung der Wärmeerzeuger	510	18.6.8	Estrich im Bauwesen nach Raumnutzung	545
18.2.1.2	Art der Brennstoffe	511	18.7	Trockenbau	546
18.2.1.3	Aufstellrichtlinien für Wärmeerzeuger	511	18.7.1	Baustoffe	546
18.2.2	Wärmeverteilung	512	18.7.1.1	Trockenbauplatten	546
18.2.2.1	Wärmeverteilungssysteme	512	18.7.1.2	Befestigungselemente	548
18.2.2.2	Heizkörperarten	513	18.7.1.3	Dämmstoffe	549
18.2.2.3	Flächenheizungen	513	18.7.1.4	Gips-Wandbauplatten	549
18.2.3	Brennstoffversorgung	514	18.7.2	Wandkonstruktionen	549
18.2.3.1	Heizöllagerung	514	18.7.2.1	Einfachständerwände	550
18.2.3.2	Lagerung fester Brennstoffe	514	18.7.2.2	Doppelständerwände	550
18.2.3.3	Gasversorgung	514	18.7.2.3	Installationswände	551
18.2.4	Alternative Wärmeerzeugung	515	18.7.2.4	Wände aus Gips-Wandbauplatten	551
18.2.4.1	Blockheizkraftwerke	516	18.7.3	Deckenkonstruktionen	551
18.2.4.2	Wärmepumpen	516	18.7.3.1	Leichte Deckenbekleidungen	552
18.2.4.3	Solaranlagen	517	18.7.3.2	Unterdecken	552
18.3	Raumluftechnik	517	18.7.4	Verarbeitung der Gipsplatten	553
18.3.1	Lüftungs- und Klimaanlage	518	18.8	Fliesen und Platten	554
18.3.2	Zentrale Abluftsysteme	518	18.8.1	Kennzeichnung und Maße	554
18.3.3	Zentrale Wohnraumlüftung	519	18.8.2	Fliesen- und Plattenarten	556
18.4	Elektroinstallation	520	18.8.3	Formstücke	557
18.4.1	Hausanschlussanlagen	520	18.8.4	Werkzeuge und Geräte	557
18.4.2	Hauptleitungen	520	18.8.5	Ansetzen und Verlegen von Fliesen und Platten	558
18.4.3	Zähleranlage	520	18.8.6	Innenbekleidungen und Innenbeläge	559
18.4.4	Verteilung und Absicherung der Einzelstromkreise	520	18.8.7	Außenbeläge	559
18.4.5	Elektroinstallation der Einzelstromkreise	521	18.8.8	Ausführung von Fliesenarbeiten	560
18.4.6	Informationsanlagen	521	18.9	Bautischlerarbeiten	562
18.4.7	Einrichtungen der Gebäude- systemtechnik	521	18.9.1	Fenster	562
18.4.8	Visualisierung der Gebäudeautomation	523	18.9.2	Türen	564
18.4.9	Gefahrenmeldeanlagen	524	18.9.3	Wandverkleidungen	568
18.4.10	Fotovoltaikanlagen	525	18.9.4	Deckenverkleidungen	569
18.5	Putz	527	18.9.5	Versetzbare Trennwände	570
18.5.1	Putzverfahren	527	18.9.6	Bodenbeläge aus Holz und Holzwerkstoffen	571
18.5.1.1	Arbeitsweisen	527	18.9.7	Elastische Fußbodenbeläge	573
18.5.1.2	Putzweisen	527	18.9.8	Textile Fußbodenbeläge	574
18.5.2	Putzaufbau	529	19 Tiefbau		
18.5.2.1	Anforderungen an den Putz	529	19.1	Wasserversorgung	575
18.5.2.2	Putzgrund	530	19.1.1	Wasserarten	575
18.5.2.3	Putzlagen	530	19.1.2	Gewinnung von Wasser	576
18.5.3	Trockenputz	531	19.1.3	Wasseraufbereitung	579
18.5.4	Wärmedämmputzsysteme	531	19.1.3.1	Anforderungen an Trinkwasser	579
18.5.5	Wärmedämmverbundsystem	532	19.1.3.2	Verfahren zur Wasseraufbereitung	580
18.5.6	Sanierputz	534	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	Frostschuttschicht	621
19.2.3.3	Tiefenlage 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		21	EDV in der Bautechnik	
20.1	Straßennetz	602	21.1	Bauplanung	631
20.2	Straßenbaulastträger	602	21.2	Baudurchführung	633
20.3	Einteilung der Straßen	602	21.3	Informationsbeschaffung	634
20.4	Knotenpunkte	604	22	Bauen in Vergangenheit und Gegenwart	
20.4.1	Anforderungen	604	22.1	Antike	635
20.4.2	Grundformen	604	22.2	Romanik	635
20.4.3	Kreisverkehre	604	22.3	Gotik	636
20.5	Ablauf einer Straßenplanung	606	22.4	Renaissance	636
20.5.1	Vorplanung (Linienentwurf)	606	22.5	Barock, Rokoko	637
20.5.2	Entwurfsplanung (Vorentwurf, Genehmigungsentwurf)	606	22.6	Klassizismus	638
20.5.3	Genehmigungsplanung (Planfeststellung)	606	22.7	Historismus und Jugendstil	638
20.6	Linienführung der Straße	606	22.8	Neuzeit	639
20.7	Lageplan	607	22.9	Moderne	639
20.7.1	Geraden	607			
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			

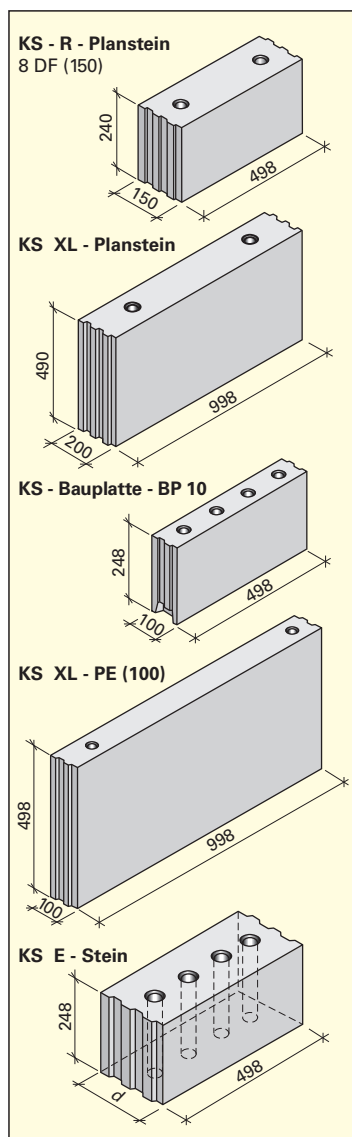


Bild 1: KS-Steine mit Dünnbettmörtel zu verarbeiten

Bezeichnung eines Kalksandsteins (Beispiel):

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

bedeutet Kalksandplanstein mit Nut-Feder-System an den Stirnseiten, Stoßfugenvermörtelung 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 unvermörtelt 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 Regelemente mit einer Länge von 998 mm. Sie werden in Dünnbettmörtel versetzt. Als **KS XL-Rasterelemente** werden sie in der Regellänge 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 vermörtelt.

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 Schlitzfen.

Kalksand-Fasensteine (KS -F) haben eine beidseitig umlaufende Faser 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°-Faser 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 waagrecht 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	$d > 40 \text{ mm}$	$b > 3 d$
Kantholz	$b \leq h \leq 3 b$	$b > 40 \text{ mm}$

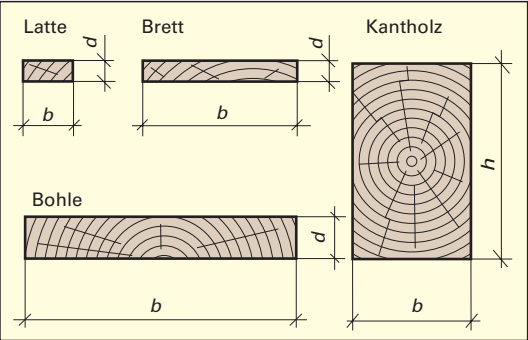


Bild 1: Schnittholz nach DIN 4074

Tabelle 2: Sortierklassen nach DIN 4074-1 für Nadel schnittholz Festigkeitsklassen nach DIN EN 338				
visuelle Sortierung Sortierklasse nach DIN 4074-1		maschinelle Sortierung		Festig- keits- klasse nach DIN EN 338
Kanthölzer Bohlen	Latten	Sortier- klasse	charakter. Biege- festigkeit in N/mm²	
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, Jahringbreiten, 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 Nadel schnittholz wird gemäß DIN EN 338 nach Festigkeitsklassen eingeteilt. Die Sortierklassen für maschinelle Sortierung erhalten den Zusatz M und beziehen sich auf die **charakteristische Biegefestigkeit** 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 %, herzfreyer 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/ Norm- bezeichnung	Abmes- sungen 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
Gleich- schenkliger L-Stahl		L Winkel DIN EN 10056	$a \times t$ von 20 x 3 bis 250 x 35
Ungleich- schenkliger 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
Gleich- schenkliger T-Stahl		T T-Profil DIN EN 10055	$b = h$ von 30 bis 140

Werkzeugstahl

Werkzeugstahl ist unlegierter oder legierter härter Stahl. Vor dem Härten 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 Prüftemperatur 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 Prüftemperatur -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 Flanschen 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 Längsnaht hergestellt werden.

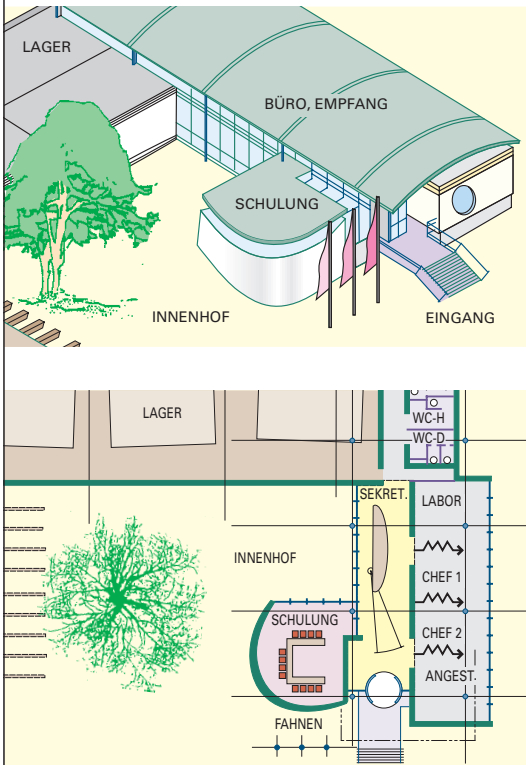


Bild 1: Bauvorhaben

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, Klimaanlage, Fördereinrichtungen

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-

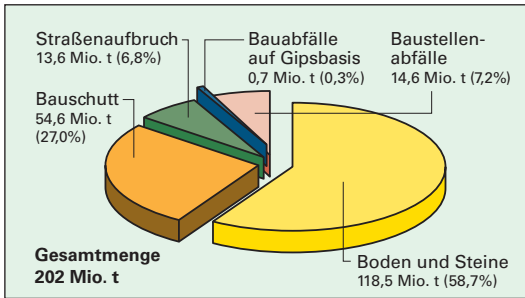


Bild 1: Mineralische Bauabfälle 2014

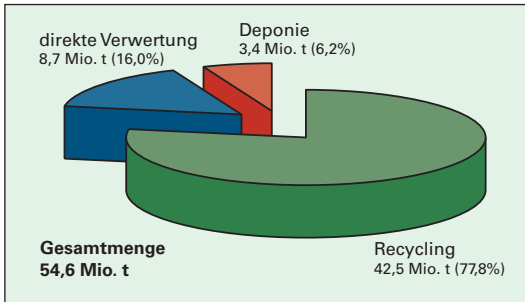


Bild 2: Verwertung und Beseitigung von Bauschutt 2014



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 \Rightarrow **Wiederaufbereitung**, andernfalls energetisch \Rightarrow **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 durchfeuchteten Porenraum des bindigen Bodens kein Platz für die Volumenvergrößerung vorhanden ist, wird der Boden angehoben. Man spricht dabei von Frosthebungen (**Bild 1**).

Eislinsen entstehen dadurch, dass durch die Kapillarkwirkung 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. Frosts Schäden sind meistens erst nach dem Auftauen des Bodens, z. B. als Hebungen von Gartenmauern, als Risse in Baukörpern oder als Straßenschäden, erkennbar (**Bild 2**).

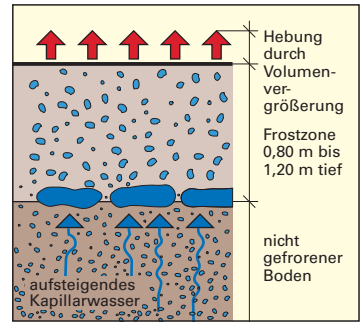


Bild 1: Frosthebung



Bild 2: Frosts Schäden

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.

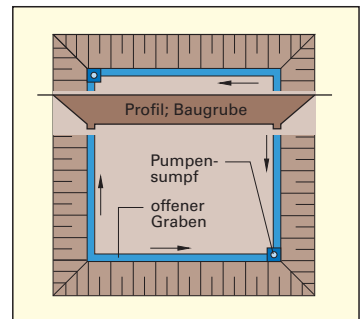


Bild 3: Offene Wasserhaltung

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.

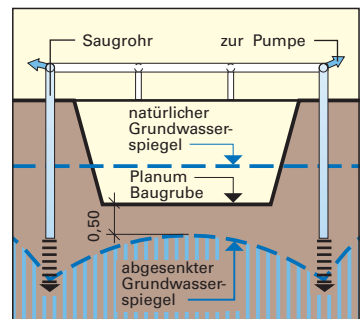


Bild 4: Grundwasserabsenkung

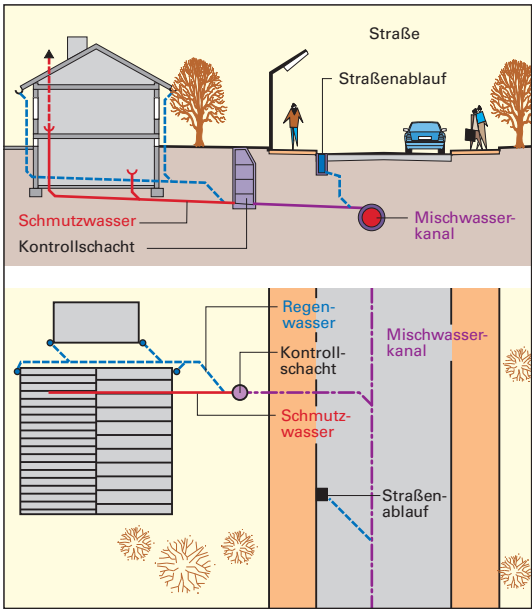


Bild 1: Mischverfahren

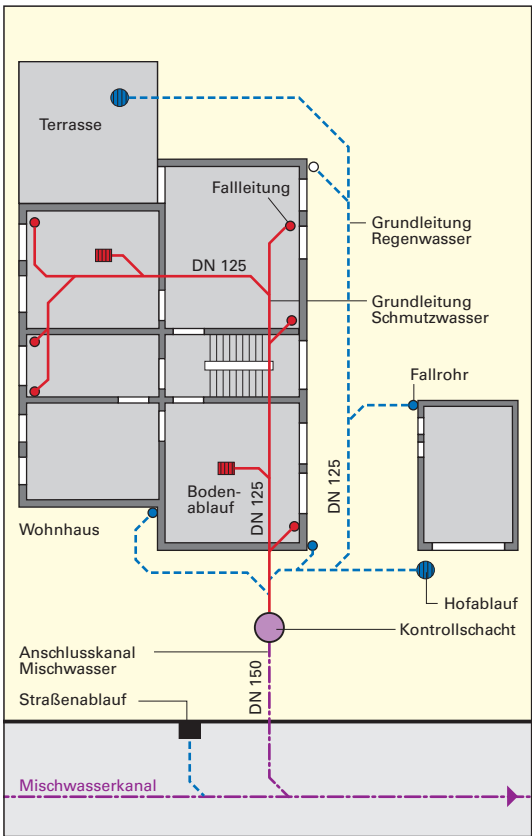


Bild 2: Entwässerungsplan nach Mischverfahren

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, Kontrollschächte innerhalb des Gebäudes sowie der Kontrollschacht 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 Kontrollschacht zusammengeführt. Vom Kontrollschacht 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).

Tabelle 1: Teile der Entwässerungsanlage

Anschlusskanal	Kanal, vom öffentlichen Straßenkanal bis zur ersten Kontrolleinrichtung auf dem Grundstück
Grundleitung	Leitung, die das Abwasser zum Kontrollschacht 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⁾ l / Stützweite der angrenzenden Geschossdecke in m

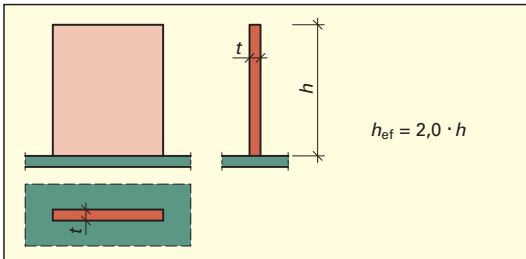


Bild 1: Einseitig gehaltene Wand

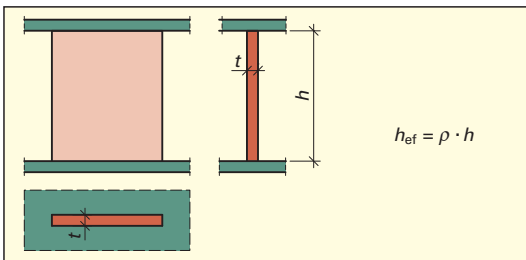


Bild 2: Zweiseitig gehaltene Wand

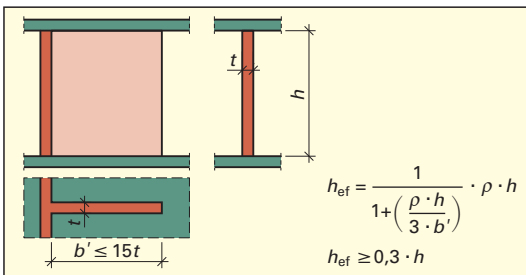


Bild 3: Dreiseitig gehaltene Wand

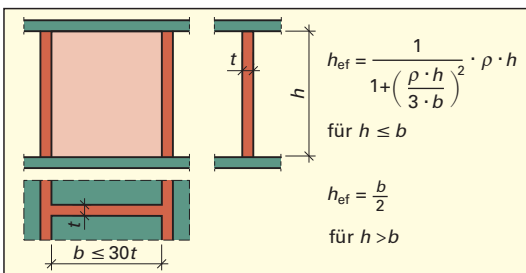


Bild 4: Vierseitig gehaltene Wand

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 Horizontalausparungen 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.

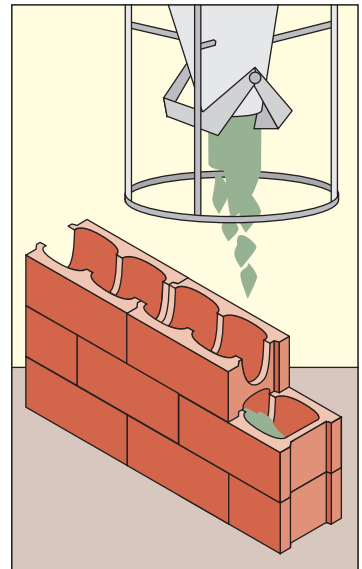


Bild 1: Mauerwerk mit Vermörtelung durch Gießmörtel



Bild 2: Mauerecke mit Schalungssteinen

7.4.3.6 Mauern mit Schalungssteinen

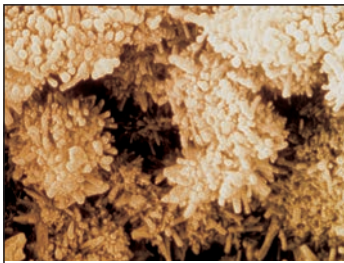
Im **Mauerwerksbau** können Wände mit mauersteinartigen Schalungssteinen hergestellt werden. Die Steine haben senkrechte Hohlräume und Queraussparungen und sind aus haufwerksporigem Leichtbeton oder Normalbeton gefertigt (**Bild 2**). Sie können allseitig glatte Flächen haben oder an den Stoß- und an 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 Schalungssteinen 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 geschosshohen Verfüllen. Mauerwerk mit Schalungssteinen bedarf einer bauaufsichtlichen Zulassung.

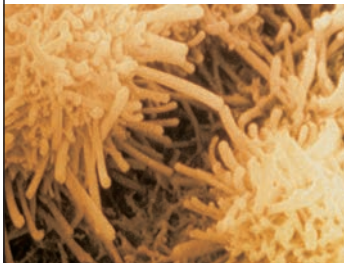
Im **Betonbau** können auch Schalungssteine aus anderen Baustoffen verwendet werden, z. B. aus Holzspanbeton oder aus Hartschaum (**Bild 3**). Die Betonverfüllung geschieht hier nach DIN 1045 und erfolgt mit Beton C 12/15 und C 20/25.



Bild 3: Mauerreinbindung mit Schalungssteinen aus Holzspanbeton



Kristallbildung nach 1 Tag



Kristallbildung nach 12 Tagen

Bild 1: Kristallnadelbildung

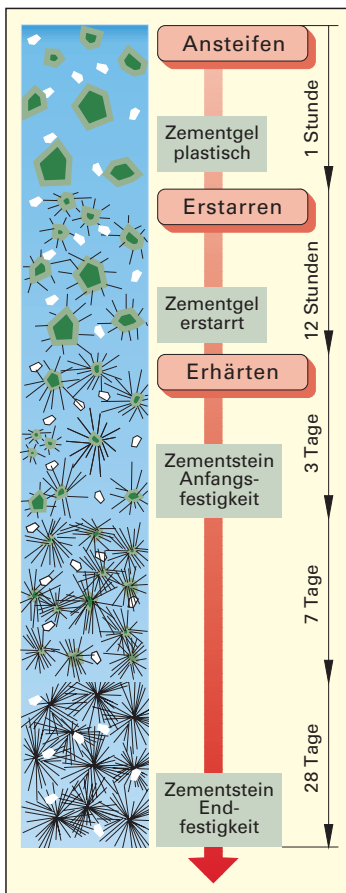


Bild 2: Erhärten des Betons

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 Erhärtingsphasen

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 Erhärtingvorgang 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 (Hydratationswärme) 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**).

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 Bewehrungstäbe, 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 Expositions-klassen XC2, XC3, XC4, XD und XS 1,5 cm beträgt. Mit dem Vorhaltemaß werden eventuelle Abwei-chungen bei der Planung und Ausführung berück-sichtigt. Auf den Bewehrungszeichnungen wird das Verlegemaß c_v angegeben, das mindestens dem Nennmaß der Betondeckung entsprechen muss.

Schichten aus natürlichen oder künstlichen Stei-nen, 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 Verschie-bungen der Bewehrung beim Einbringen und Ver-dichten des Betons verhindert. Punktförmige Ab-standhalter werden für untere Bewehrungen, z.B. von Platten, Balken und Fundamenten sowie für Bewehrungen bei Seitenschalungen, z.B. bei Bal-ken, Stützen und Wänden, verwendet. Als Abstand-halter für die obere Bewehrung von Platten eignen sich linienförmige Unterstützungskörbe aus Beton-stahlmatten, je nach Einbauart mit oder ohne kor-ro-sionsgeschützten 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, widerstands-fähig gegen Bruch sein und keine Verformungen unter Last aufweisen. Abstandhalter dürfen keine Beschädigungen an der Schalhaut verursachen.

Abstandhalter aus Kunststoff sind am gebräuch-lichsten, 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 Berüh-rungsfläche mit der Schalung ist gering. Kunststoff-Abstandhalter sind so geformt, dass sich eine Ver-zahnung mit dem Beton ergibt. Sie können bei Frost spröde oder brüchig werden oder sich bei hohen

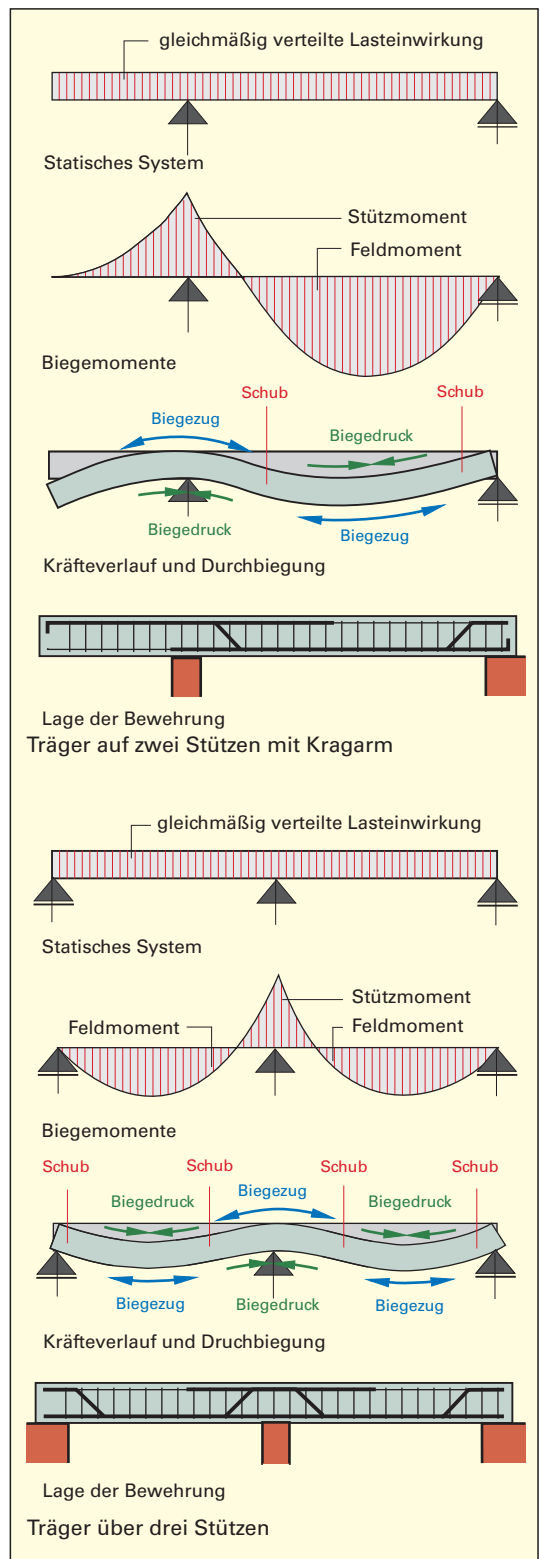


Bild 1: Auf Biegung beanspruchte Bauteile

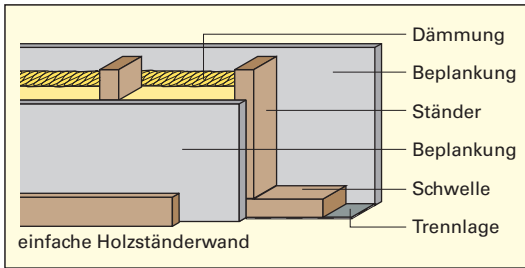


Bild 1: Leichte Trennwand

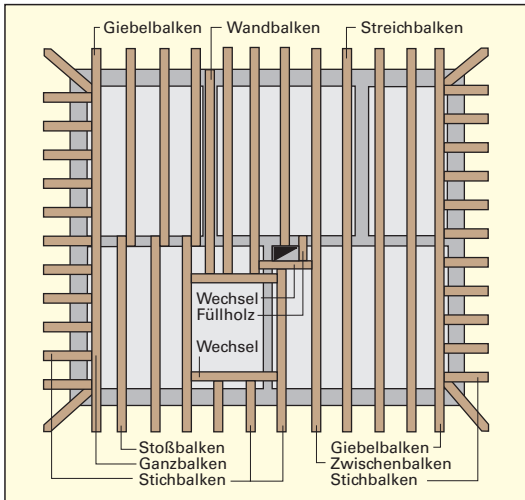


Bild 2: Anordnung der Balken (Dachbalkenlage)

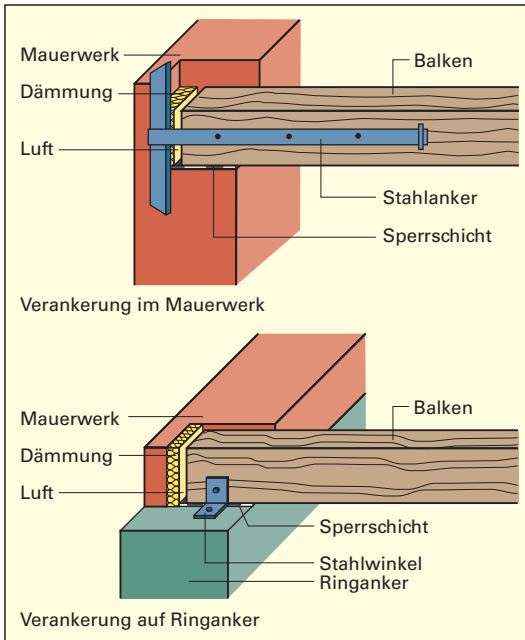


Bild 3: Verankerung von Balken

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 Wechseln oder Giebelbalken an und liegen auf Wänden auf.

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

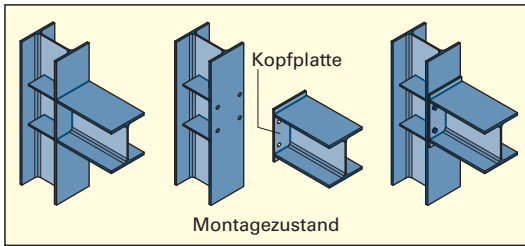


Bild 1: Anschluss Querriegel an Rahmenstiel als geschweißte und als geschraubte Verbindung

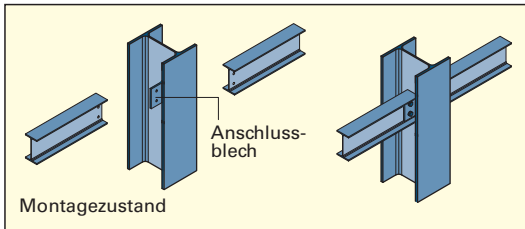


Bild 2: Anschluss Längsriegel an Rahmenstiel als geschraubte Verbindung

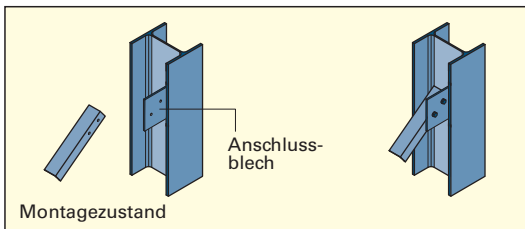


Bild 3: Anschluss Längsverband an Rahmenstiel als geschraubte Verbindung

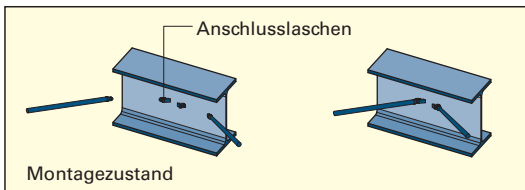


Bild 4: Anschluss Dachverband an Rahmenriegel als geschraubte Verbindung

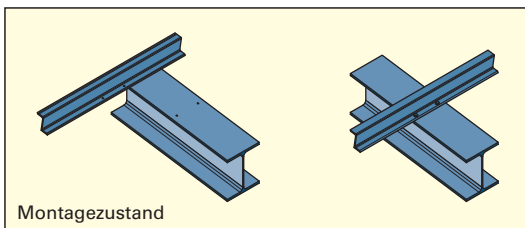


Bild 5: Anschluss Dachpfette an Rahmenriegel als geschraubte Verbindung

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 Schlitze bilden können, ist diese vorhanden. Das Korrosionsschutzsystem ist entsprechend auszuliegen.

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 an 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 anzuordnen. 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 Rahmen-tragwirkung 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 der 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 Wärmemitführung, 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 m² große Fläche eines Baustoffes von 1 m Dicke hindurchgeht, wenn der Temperaturunterschied zwischen beiden Oberflächen 1 Kelvin beträgt (**Bild 2**). Da 1 Joule je Sekunde (1 J/s) der Einheit 1 Watt (1 W) entspricht, wurde als Einheit für die Wärmeleitfähigkeit Watt je Meter und Kelvin W/(m · 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.

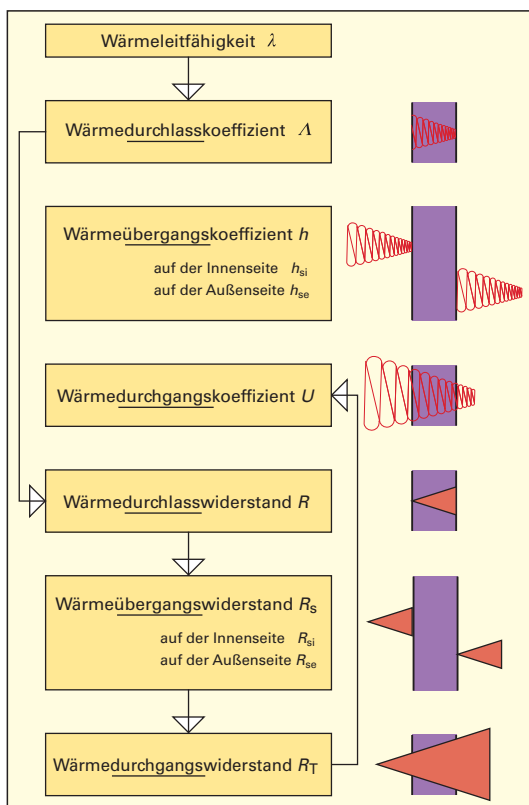


Bild 1: Übersicht über wichtige wärmeschutztechnische Größen

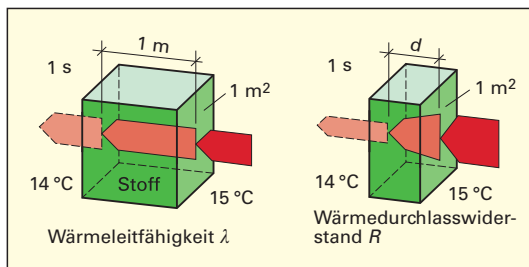


Bild 2: Darstellung der Wärmeleitfähigkeit und des Wärmedurchlasskoeffizienten

Tabelle 1: Wärmedurchlasswiderstand R_g von ruhenden Luftschichten nach DIN EN ISO 6946 in m² · K/W

Luftschichtdicke 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 Wärmedämmschicht 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 Dämmschicht (**Bild 1b**). Die Wärmedämmung von Kellerdecken kann durch das Anbringen einer zusätzlichen Dämmschicht 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 Wärmeschutz keine besonderen Anforderungen gestellt, jedoch ist eine Dämmschicht 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 Wärmedämmschicht bei Dächern hängt von der Art des Daches ab. Beim belüfteten oder unbelüfteten geneigten Steildach kann die Wärmedämmschicht 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.

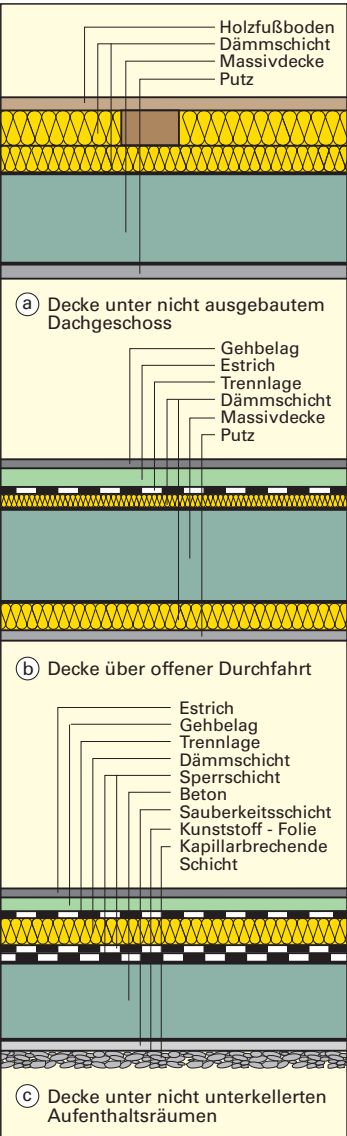


Bild 1: Wärmedämmschicht bei Decken

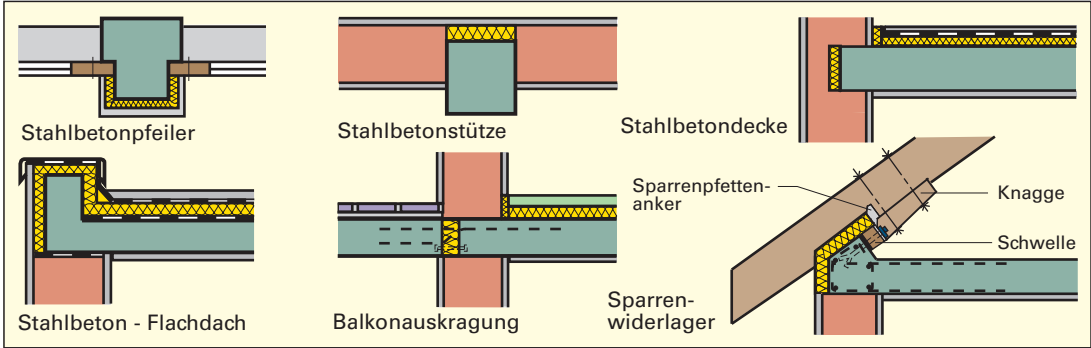


Bild 2: Wärmedämmung zur Vermeidung von Wärmebrücken

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 Ortgängen und Traufen müssen wegen des Windsogs die Platten auch auf der Mittelauf-lage 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. Kurzwellplatten werden durch vorhandene Bohrungen mit Glockenschrauben befestigt (Bild 1, Seite 502).

17.5.3 Deckung mit verfalzten 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 aufgebrauchte Bestreung, 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**).

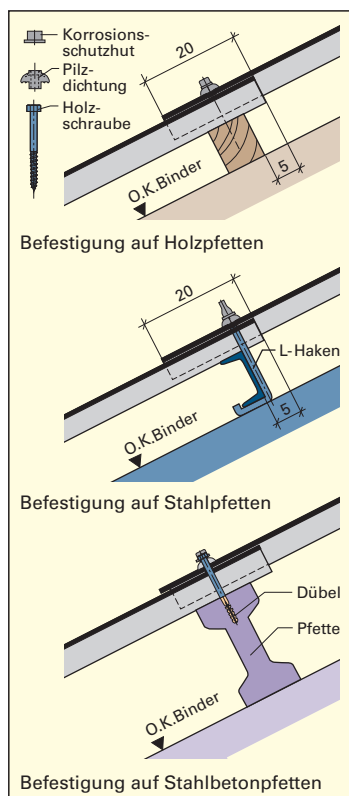


Bild 1: Befestigungsarten bei Faserzement-Platten



Bild 2: Deckung mit verfalzten Blechen



Bild 3: Bereitstellung von Deckwerkstoffen



Bild 1: Geriebener Putz

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.

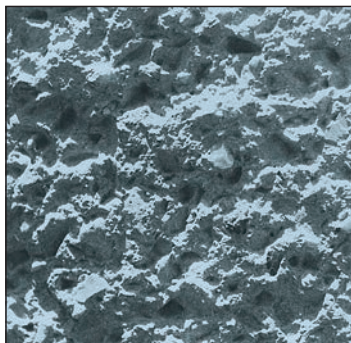


Bild 2: Kratzputz

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 Glättkelle verdichtet wird. Der einzelne Kellenstrich bleibt jedoch sichtbar. Er kann waagrecht, bogenförmig oder fächerförmig geführt werden, wodurch sich jeweils eine andere Oberflächenwirkung ergibt.

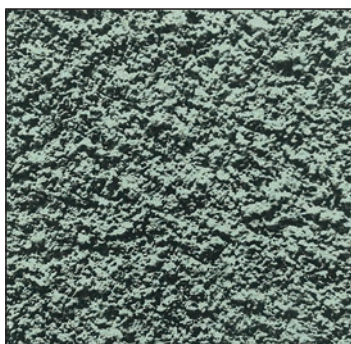


Bild 3: Spritzputz

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 waagrecht, senkrecht oder bogenförmig verrieben werden.

Der **Kellenwurfputz** 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 Kellenwurfputz 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.

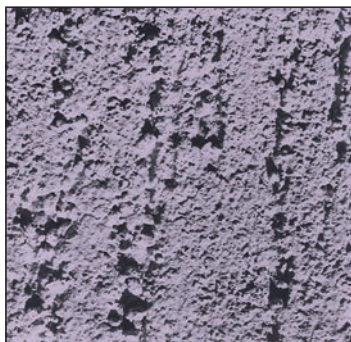


Bild 4: Scheibenputz

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 Heizestriche 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. Härteklasse, 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, Bitumpapier 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. Härteklasse, 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

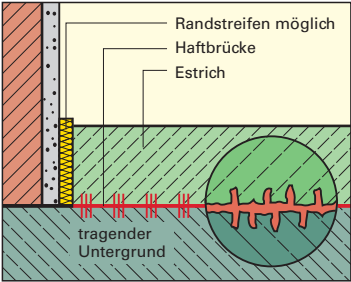


Bild 1: Verbundestrich



Bild 2: Bezeichnung eines Verbundestrichs

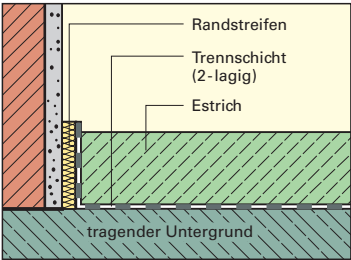


Bild 3: Estrich auf Trennschicht

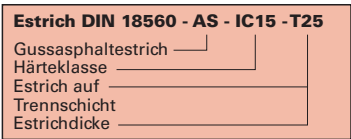


Bild 4: Bezeichnung eines Estrichs auf Trennschicht