



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Bautechnik

BAUTECHNIK nach Lernfeldern

**für Maurer, Hochbaufacharbeiter,
Beton- und Stahlbetonbauer**

5. Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und Ingenieuren

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

Europa-Nr.: 41911

Autorenverzeichnis der „Bautechnik nach Lernfeldern für Maurer, Hochbaufacharbeiter, Beton- und Stahlbetonbauer“

Ballay, Falk	Dipl.-Gewerbelehrer	Dresden
Frey, Hansjörg	Dipl.-Ing.	Göppingen
Kärcher, Siegfried	Dipl.-Gewerbelehrer, Oberstudiendirektor	Löffingen
Kuhn, Volker	Dipl.-Ing., Architekt	Höpfingen
Lindau, Doreen	Dipl.-Ing., Studienrätin	Braunschweig
Traub, Martin	Oberstudienrat a.D.	Essen
Waibel, Helmuth	Bauingenieur	Ummendorf
Werner, Horst	Dipl.-Ing. (FH)	Tauberbischofsheim

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Hansjörg Frey, Dipl.-Ing.

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro Irene Lillich, Schwäbisch Gmünd

Verlag Europa-Lehrmittel, Abteilung Bildbearbeitung, Ostfildern

5. Auflage 2017

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 den Abbildungen im vorliegenden Buch nicht haftbar gemacht werden.

ISBN 978-3-8085-4196-8

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

© 2017 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Umschlaggestaltung: Blick Kick Kreativ KG, 42653 Solingen

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Ertstadt

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

Vorwort

Das Fachbuch **„Bautechnik nach Lernfeldern für Maurer, Hochbaufacharbeiter, Beton- und Stahlbetonbauer“** ist nach dem Rahmenlehrplan für den berufsbezogenen Unterricht an Berufsschulen aufgebaut. Alle Bauberufe erhalten eine berufsfeldbreite Grundausbildung in den Lernfeldern 1 bis 6. Weiterhin enthält das Buch die Lernfelder für die Fachstufen der Maurer, der Hochbaufacharbeiter sowie die abweichenden Lerninhalte für die Beton- und Stahlbetonbauer. Eine Kennzeichnung am Seitenrand macht die Inhalte für die jeweiligen Berufe sichtbar.

Inhalte

Die Lernfelder sind zur Erleichterung der Arbeit mit dem Buch einheitlich gegliedert.

- Die **Lernfeld-Einführung** soll den Schülerinnen und Schülern einen Überblick über die Themen vermitteln, die in diesem Lernfeld behandelt werden und auf bereits bekannte Themen verweisen.
- Die **Lernfeld-Kenntnisse** umfassen die im Lernfeld geforderten technologischen, fachmathematischen, zeichnerischen und sicherheitstechnischen Inhalte.
- Das **Lernfeld-Projekt** zeigt bei den ersten sechs Lernfeldern anhand einer praxisnahen Aufgabenstellung die Vorgehensweise bei der Erarbeitung von Projektlösungen in Team- und Einzelarbeit.
- Die **Lernfeld-Aufgaben** können mit den Lernfeld-Kenntnissen im Team oder allein gelöst werden. Die Aufgaben lassen sich nach den individuellen Möglichkeiten der Schülerinnen und Schüler unterschiedlich lösen.

Die Entwicklung der Handlungskompetenz im Sinne des Lehrplans ist vorrangiges Ziel des Unterrichts. Das eigenständige Kapitel **„Arbeiten im Lernfeld“** soll zur Erreichung dieses Zieles beitragen.

Ausstattung

Das dem Buch beigelegte **„Tabellenheft Bautechnik“** enthält Grundlagen, Formeln, Tabellen und Verbrauchswerte auf die sowohl im Unterricht als auch bei der Eigenarbeit sowie bei Klassenarbeiten und bei Prüfungen zurückgegriffen werden kann. Die CD-ROM **„Abbildungen, Tabellen, Grafiken, Downloads“** dient als Hilfe zur medialen Präsentation von Projektlösungen.

Zielgruppe

Die **„Bautechnik nach Lernfeldern“** eignet sich für den Unterricht in der Berufsschule und in den überbetrieblichen Ausbildungsstätten. Durch die besondere Ausstattung und das handlungsorientierte Konzept ist die Verwendung des Buches auch für Schularten mit Schwerpunkt oder Profilbereich Bautechnik geeignet.

Anregungen

Verlag und Autoren wünschen den Benutzern der **„Bautechnik nach Lernfeldern“** viel Erfolg beim Gebrauch und sind für Hinweise und Anregungen stets dankbar. Sie können dafür unsere Adresse lektorat@europa-lehrmittel.de nutzen.

Die **5. Auflage** der **Bautechnik nach Lernfeldern für Maurer, Hochbaufacharbeiter, Beton- und Stahlbetonbauer** wurde überarbeitet, verbessert und den aktuellen Normen angepasst.

- Beim Mauern gibt es mehrere Möglichkeiten für Feuchtigkeitssperren;
- Homogenbereiche von Boden und Fels;
- beim Bewehren werden die wichtigsten Bezeichnungen und Maße der Betondeckung aufgezeigt;
- beim Konstruktiven Holzschutz ist der Einbau von Balkenköpfen mit zusätzlicher Wärmedämmung aufgezeigt;
- beim Wärmedämmen ändert sich die Berechnung der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen;
- beim Putzen einer Wand gibt es neue Namen für Wandputze, Einflussfaktoren bei der Planung von Putzsystemen für Außen- und Innenputze, für Kellerwandaußenputz und Außensockelputz sowie Putzsysteme für Außenputz mit Leichtputz;
- beim Stahlbetonbau wurden die Verbundbedingungen neu benannt und dargestellt und
- beim Spannbetonbau wird die Verwendung von Hüllrohren aus Kunststoffen für Spannstähle beschrieben.

Inhalt

Lernfeld 1: Einrichten einer Baustelle

1.1	Lernfeld-Einführung	11
1.2	Lernfeld-Kenntnisse	12
1.2.1	Beteiligte am Bau	12
1.2.2	Vorschriften am Bau	14
1.2.2.1	Bauvorschriften	14
1.2.2.2	Umweltschutzvorschriften	14
1.2.2.3	Unfallverhütungsvorschriften	14
1.2.3	Baustelleneinrichtung	15
1.2.3.1	Planung der Baustelleneinrichtung	15
1.2.3.2	Erschließung der Baustelle	16
1.2.3.3	Verkehrssicherung der Baustelle	16
1.2.3.4	Fördergeräte und Hebezeuge	19
1.2.3.5	Unterkünfte und Magazine	20
1.2.3.6	Lager- und Werkflächen	21
1.2.3.7	Einrichten der Baustelle	22
1.2.3.8	Darstellung der Baustelleneinrichtung	22
1.2.3.9	Längen- und Rechtwinkelmessung	23
1.2.4	Darstellung in Plänen	25
1.2.4.1	Geometrische Grundkonstruktionen	25
1.2.4.2	Zeichnerische Grundlagen	29
1.2.4.3	Zeichnungsnormen	31
1.2.4.4	Maßstäbe	35
1.2.5	Bautechnische Berechnungen	36
1.2.5.1	Längenberechnungen	36
1.2.5.2	Flächenberechnungen	40
1.2.5.3	Körperberechnungen	43
1.3	Lernfeld-Projekt: Baustelleneinrichtung	48
1.3.1	Lageplan zeichnen	48
1.3.2	Länge des Bauzauns berechnen	48
1.3.3	Standort des Baukrans bestimmen	49
1.3.4	Baustelleneinrichtungsplan	49
1.4	Lernfeld-Aufgaben	50
1.4.1	Einfamilienhaus	50
1.4.2	Doppelhaus	50
1.4.3	Reihenhäuser	51
1.4.4	Verwaltungsgebäude	51

Lernfeld 2: Erschließen und Gründen eines Bauwerks

2.1	Lernfeld-Einführung	52
2.2	Lernfeld-Kenntnisse	53
2.2.1	Boden als Baugrund	53
2.2.1.1	Bodenarten	53
2.2.1.2	Homogenbereiche von Boden und Fels	54
2.2.1.3	Verhalten des Bodens bei Frost	54
2.2.1.4	Einwirkungen auf den Baugrund	55
2.2.2	Baugrube	56
2.2.2.1	Vermessung	56
2.2.2.2	Herstellung der Baugrube	59
2.2.2.3	Sicherung der Baugrube	60
2.2.2.4	Offene Wasserhaltung	61
2.2.2.5	Zeichnerische Darstellung	62
2.2.2.6	Berechnung des Aushubs	63

2.2.3	Fundamente	65
2.2.3.1	Streifenfundamente	65
2.2.3.2	Einzelfundamente	66
2.2.3.3	Fundamentplatten	66
2.2.3.4	Kraft, Last und Spannung	67
2.2.3.5	Planung der Fundamente	70
2.2.4	Entwässerung	73
2.2.4.1	Ableitungsverfahren	74
2.2.4.2	Entwässerungsleitungen	75
2.2.4.3	Leitungsverlegung	77
2.2.4.4	Planung der Entwässerung	80
2.2.5	Pflaster- und Plattenbeläge	84
2.2.5.1	Untergrund und Schichtaufbau	84
2.2.5.2	Natursteinpflaster	86
2.2.5.3	Klinkerpflaster	87
2.2.5.4	Betonsteinpflaster	88
2.2.5.5	Plattenbeläge	89
2.2.5.6	Einfassungen und Entwässerung	90
2.3	Lernfeld-Projekt: Gerätehaus für einen Spielplatz	92
2.3.1	Auflistung der Arbeiten ab Baubeginn	93
2.3.2	Planung der Baugrube	93
2.3.3	Planung der Fundamente	94
2.3.4	Planung der Entwässerung	96
2.3.5	Planung der Pflasterflächen	97
2.4	Lernfeld-Aufgaben	98
2.4.1	Umkleideanlage an einem Hotelpool	98
2.4.2	Doppelgarage, Entwässerung, Pflasterbelag	99
2.4.3	Waschplatz für Baugeräte	100

Lernfeld 3: Mauern eines einschaligen Baukörpers

3.1	Lernfeld-Einführung	101
3.2	Lernfeld-Kenntnisse	102
3.2.1	Wandarten	102
3.2.1.1	Tragende Wände	102
3.2.1.2	Nichttragende Wände	102
3.2.2	Maßordnung im Hochbau	103
3.2.2.1	Baurichtmaße	103
3.2.2.2	Rohbaumaße	103
3.2.2.3	Steinformate	103
3.2.2.4	Mauerdicken	104
3.2.2.5	Mauerlängen	104
3.2.2.6	Mauerhöhen	104
3.2.3	Mauersteine	106
3.2.3.1	Mauerziegel	106
3.2.3.2	Kalksandsteine	108
3.2.3.3	Porenbetonsteine	110
3.2.3.4	Normalbetonsteine	111
3.2.3.5	Leichtbetonsteine	113
3.2.3.6	Lehmsteine	114
3.2.3.7	Baustoffbedarf für Mauerwerk	116
3.2.4	Mauermörtel	118
3.2.4.1	Bindemittel	118
3.2.4.2	Gesteinskörnungen	120
3.2.4.3	Zugabewasser	120

3.2.4.4	Zusätze	120	4.3	Lernfeld-Projekt: Stahlbetonsturz	170
3.2.4.5	Mauermörtelherstellung	121	4.3.1	Anfertigen eines Schalplans	171
3.2.4.6	Mauermörtelgruppen und Mörtelklassen	122	4.3.2	Planen der Schalung	171
3.2.4.7	Mauermörteleigenschaften	122	4.3.3	Berechnen der Abmessungen der Schalungsteile	171
3.2.4.8	Anwendung von Mauermörtel	123	4.3.4	Anfertigen der Schalungszeichnung	172
3.2.4.9	Mauermörtelberechnungen	124	4.3.5	Erstellen der Holz- und Stückliste	172
3.2.5	Mauerverbände	127	4.3.6	Berechnen der Schallfläche	172
3.2.5.1	Regelverbände	128	4.3.7	Anfertigen der Bewehrungszeichnung	173
3.2.5.2	Endverbände	129	4.3.8	Berechnen der Schnittlängen und Anfertigen der Gewichtsliste	173
3.2.5.3	Rechtwinklige Maueranschlüsse	131	4.3.9	Arbeitsschritte zum Herstellen von Schalung und Bewehrung	174
3.2.6	Ausführung von Mauerwerk	134	4.3.10	Planen der Betonbestellung	175
3.2.6.1	Einrichtung des Arbeitsplatzes	134	4.3.11	Betonieren des Sturzes	175
3.2.6.2	Werkzeuge und Geräte	134	4.4	Lernfeld-Aufgaben	176
3.2.6.3	Rüstzeug	134	4.4.1	Sturz über einem Garagentor	176
3.2.6.4	Mauern	135	4.4.2	Sturz über einer Fensteröffnung	176
3.2.7	Abdichten gegen Bodenfeuchte	136			
3.2.8	Darstellungsarten	137			
3.2.8.1	Ausführungszeichnungen	137			
3.2.8.2	Räumliche Darstellungen	139			
3.2.8.3	Aufmaßskizzen und Aufmaß	141			
3.3	Lernfeld-Projekt: Lagergebäude	143			
3.3.1	Arbeitsablauf	143			
3.3.2	Ausführungszeichnung	144			
3.3.3	Steinauswahl und Baustoffbedarf	144			
3.3.4	Mauerwerksverbände für Details	146			
3.3.5	Abdichtung gegen Bodenfeuchte	146			
3.4	Lernfeld-Aufgaben	147			
3.4.1	Garage mit Abgrenzungsmauer	147			
3.4.2	Wartehäuschen	147			
3.4.3	Vereinsheim	148			

Lernfeld 4: Herstellen eines Stahlbetonbauteils

4.1	Lernfeld-Einführung	149	5.1	Lernfeld-Einführung	177
4.2	Lernfeld-Kenntnisse	150	5.2	Lernfeld-Kenntnisse	178
4.2.1	Bestandteile des Betons	150	5.2.1	Wirtschaftliche und ökologische Bedeutung des Holzbaus	178
4.2.1.1	Zement	150	5.2.2	Wachstum und Aufbau des Holzes	178
4.2.1.2	Gesteinskörnung	152	5.2.3	Eigenschaften des Holzes	180
4.2.1.3	Zugabewasser	153	5.2.3.1	Dauerhaftigkeit	180
4.2.2	Frischbeton	154	5.2.3.2	Rohdichte	181
4.2.2.1	Erhärtungsphasen	154	5.2.3.3	Härte	181
4.2.2.2	Wasserzementwert	155	5.2.3.4	Festigkeit	181
4.2.2.3	Konsistenz	156	5.2.3.5	Arbeiten des Holzes	181
4.2.2.4	Expositionsklassen	158	5.2.4	Holzarten	183
4.2.2.5	Bestellen von Transportbeton	158	5.2.5	Handelsformen des Holzes	185
4.2.2.6	Transport und Übergabe	159	5.2.5.1	Schnittholz	185
4.2.2.7	Einbau und Verdichten	159	5.2.5.2	Konstruktionsvollholz	186
4.2.2.8	Nachbehandeln	160	5.2.5.3	Brettschichtholz	186
4.2.3	Festbeton	161	5.2.5.4	Holzwerkstoffe	187
4.2.3.1	Eigenschaften	161	5.2.6	Holzschädlinge und Holzschutz	188
4.2.3.2	Druckfestigkeitsklassen	161	5.2.6.1	Holzerstörende Pilze	188
4.2.3.3	Prüfungen	161	5.2.6.2	Holzerstörende Insekten	189
4.2.4	Stahlbeton	162	5.2.6.3	Konstruktiver Holzschutz	190
4.2.4.1	Bewehrung	162	5.2.6.4	Chemischer Holzschutz	191
4.2.4.2	Lage und Form der Bewehrung	163	5.2.7	Verbindungsmitel	193
4.2.4.3	Herstellen der Bewehrung	164	5.2.7.1	Nägel	193
4.2.5	Schalung	166	5.2.7.2	Klammern	193
4.2.5.1	Schalhaut	166	5.2.7.3	Schrauben	194
4.2.5.2	Tragkonstruktion	166	5.2.7.4	Dübel	195
4.2.5.3	Herstellen der Schalung	167	5.2.7.5	Stahlbleche und Stahlblechformteile	195
4.2.5.4	Ausschalen und Pflege	169	5.2.7.6	Klebstoffe	195
			5.2.8	Holzverbindungen	196
			5.2.8.1	Kräfte an Knotenpunkten	196
			5.2.8.2	Zimmermannsmäßige Holzverbindungen	197
			5.2.8.3	Ingenieurmäßige Holzverbindungen	199
			5.2.8.4	Holzkonstruktionen	201
			5.2.9	Arbeitsplanung	203
			5.2.9.1	Holzliste	203
			5.2.9.2	Holzbearbeitungswerkzeuge	204
			5.2.9.3	Holzbearbeitungsmaschinen	207
			5.2.9.4	Abbund	208
			5.2.9.5	Montage	209

5.3	Lernfeld-Projekt: Infowand	212
5.3.1	Konstruktion und Holzauswahl	212
5.3.2	Holzverbindungen und Holzverbindungs- mittel	214
5.3.3	Holzschutz	215
5.3.4	Materialbedarf, Holzliste, Verschnitt	215
5.3.5	Herstellen der Konstruktion	216
5.4	Lernfeld-Aufgaben	217
5.4.1	Fahrradabstellplatz	217
5.4.2	Hauseingangüberdachung	217
5.4.3	Pergola	218
5.4.4	Gartengerätehaus	218

Lernfeld 6: Beschichten und Bekleiden eines Bauteils

6.1	Lernfeld-Einführung	219
6.2	Lernfeld-Kenntnisse	220
6.2.1	Putz	220
6.2.1.1	Arbeitsweise	220
6.2.1.2	Putzmörtel, Bindemittel	220
6.2.1.3	Putzgrund	223
6.2.1.4	Einbauteile	224
6.2.1.5	Putzaufbau, Putzlagen	225
6.2.1.6	Putzweisen	226
6.2.1.7	Stuckprofile	227
6.2.1.8	Wandtrockenputz, Deckenbekleidungen	228
6.2.1.9	Baustoffbedarf	231
6.2.2	Estrich	233
6.2.2.1	Estrichmörtel, Estrichmassen	233
6.2.2.2	Estrichkonstruktionen	235
6.2.2.3	Aufgabe und Einbau der Estrichschichten	237
6.2.2.4	Estrichkonstruktionen nach Raumnutzung	239
6.2.2.5	Baustoffbedarf	240
6.2.3	Fliesen und Platten	241
6.2.3.1	Kennzeichnung und Maße	241
6.2.3.2	Fliesen- und Plattenarten	243
6.2.3.3	Formstücke	244
6.2.3.4	Werkzeuge und Geräte	244
6.2.3.5	Ansetzen und Verlegen von Fliesen und Platten	245
6.2.3.6	Innenbekleidungen und Innenbeläge	246
6.2.3.7	Außenbeläge	246
6.2.3.8	Ausführung von Fliesenarbeiten	247
6.2.3.9	Baustoffbedarf	249
6.2.4	Bauwerksabdichtung	250
6.2.4.1	Abdichtung von Innen- und Außenbauteilen	251
6.2.4.2	Abdichtungsstoffe	253
6.2.4.3	Ausführung von Bauwerksabdichtungen	254
6.2.4.4	Baustoffbedarf	256
6.3	Lernfeld-Projekt: Ausbau eines Magazingebäudes	257
6.3.1	Festlegung der Bauausführung	257
6.3.2	Putzarbeiten	258
6.3.3	Leichte Deckenbekleidung	260
6.3.4	Estricharbeiten	261
6.3.5	Fliesenarbeiten	262
6.4	Lernfeld-Aufgaben	264
6.4.1	Gartenhaus mit Arbeitsraum	264
6.4.2	Gartenhaus mit Aufenthaltsraum	264

Inhaltsverzeichnis für Fachbildung Maurer

Lernfeld 7: Mauern einer einschaligen Wand

7.1	Lernfeld-Einführung	265
7.2	Lernfeld-Kenntnisse	266
7.2.1	Großformatige Mauersteine	266
7.2.1.1	Mauerziegel	267
7.2.1.2	Kalksandsteine	268
7.2.1.3	Porenbetonsteine	269
7.2.1.4	Betonsteine	270
7.2.1.5	Sonderbauteile	271
7.2.2	Mauermörtel	273
7.2.3	Baustoffbedarf und Arbeitszeit	274
7.2.4	Mauerverbände	276
7.2.4.1	Fugenausbildung	276
7.2.4.2	Überbindemaß	276
7.2.4.3	Mauerenden	277
7.2.4.4	Mauerecken	277
7.2.4.5	Mauereinbindungen	277
7.2.4.6	Mauerkreuzungen	278
7.2.4.7	Mauervorlagen	279
7.2.4.8	Schlitze und Aussparungen	280
7.2.4.9	Versetzpläne	281
7.2.5	Arbeitstechniken	284
7.2.5.1	Auftragen des Mörtels	284
7.2.5.2	Mauern mit Großformaten	285
7.2.6	Abdichtung von gemauerten Keller- außenwänden	286
7.2.6.1	Aufbau der Dränung	287
7.2.6.2	Ausführung der Dränung	289
7.2.7	Arbeits- und Schutzgerüste	292
7.2.7.1	Einteilung und Kennzeichnung von Arbeitsgerüsten	292
7.2.7.2	Gerüstbauteile	293
7.2.7.3	Gerüstbauarten	295
7.2.7.4	Schutzgerüste	298
7.2.7.5	Auf- und Abbau von Gerüsten	300
7.3	Lernfeld-Aufgaben	302
7.3.1	Ferienhaus	302
7.3.2	Giebelwand eines Einfamilienhauses	303
7.3.3	Wände für ein Einfamilienhaus	304
7.3.4	Abdichtung und Dränung für ein Einfamilienhaus	305
7.3.5	Garage im Untergeschoss	306
7.3.6	Gartenhaus	306

Lernfeld 8: Mauern einer zweischaligen Wand

8.1	Lernfeld-Einführung	307
8.2	Lernfeld-Kenntnisse	308
8.2.1	Außenwände	304
8.2.1.1	Einschalige Außenwände mit Verblend- mauerwerk	308
8.2.1.2	Zweischalige Außenwände	308
8.2.2	Zweischalige Mauerwerks- konstruktionen für Außenwände	309
8.2.2.1	Zweischaliges Mauerwerk mit Putzschicht	309
8.2.2.2	Zweischaliges Mauerwerk mit Luftschicht	309
8.2.2.3	Zweischaliges Mauerwerk mit Luftschicht und Wärmedämmschicht	309
8.2.2.4	Zweischaliges Mauerwerk mit Kern- dämmung	310

8.2.3	Herstellen von zweischaligem Mauerwerk	310
8.2.3.1	Mauersteine	310
8.2.3.2	Mauermörtel	311
8.2.3.3	Wärmedämmstoffe	311
8.2.3.4	Maueranker	312
8.2.3.5	Mauerverbände	313
8.2.3.6	Arbeitsregeln für Sichtmauerwerk	314
8.2.3.7	Ausbildung der Hinterlüftung	316
8.2.3.8	Ausbildung des Sockelbereichs	316
8.2.3.9	Mauerwerksanschlüsse bei Fenstern und Türen	317
8.2.3.10	Einbau von Abfangungen	318
8.2.3.11	Ausbildung von Bewegungsfugen	318
8.2.4	Zeichnerische Darstellung in Grundriss und Schnitt	320
8.2.5	Aufmaß und Abrechnung	324
8.2.6	Ermittlung der Baustoffmengen	325
8.3	Lernfeld-Aufgaben	329
8.3.1	Nordfassade eines Wohngebäudes	329
8.3.2	Funktionsgebäude für eine Sportanlage	329
8.3.3	Zweischaliges Mauerwerk für Reihenhäuser	330
8.3.4	Bürogeschoss mit zweischaliger Außenwand	330

Lernfeld 9: Herstellen einer Massivdecke

9.1	Lernfeld-Einführung	331
9.2	Lernfeld-Kenntnisse	332
9.2.1	Arten von Massivdecken	332
9.2.1.1	Stahlbeton-Vollplatte in Ortbeton	332
9.2.1.2	Teilweise vorgefertigte Plattendecken	333
9.2.2	Herstellen der Deckenschalung	334
9.2.2.1	Systemlose Deckenschalung	334
9.2.2.2	Systemschalung	335
9.2.2.3	Schalungspläne und Stücklisten	336
9.2.2.4	Arbeitsschutz und Unfallverhütung	338
9.2.3	Bewehren von Stahlbeton-Vollplatten	339
9.2.3.1	Betonstahlmatten	339
9.2.3.2	Bewehrungsführung	341
9.2.3.3	Positionsplan	342
9.2.3.4	Mattenverlegeplan	344
9.2.3.5	Anordnung der Bewehrung bei Betonstahlmatten	345
9.2.3.6	Einbau der Bewehrung	348
9.2.4	Einbau des Betons	350
9.2.5	Ausschalen der Decke	350
9.2.6	Ringanker und Ringbalken	351
9.2.6.1	Ringanker	351
9.2.6.4	Ringbalken	351
9.2.7	Wärmeschutz bei Decken	352
9.3	Lernfeld-Aufgaben	353
9.3.1	Decke über Erdgeschoss für ein Ferienhaus	353
9.3.2	Decke über Erdgeschoss für ein Funktionsgebäude	354

Lernfeld 10: Putzen einer Wand

10.1	Lernfeld-Einführung	355
10.2	Lernfeld-Kenntnisse	356
10.2.1	Planung von Putzarbeiten	356

10.2.2	Einteilung der Putze	356
10.2.2.1	Mineralische Putze	357
10.2.2.2	Gips-Trockenmörtel	359
10.2.2.3	Kunstharzputze	359
10.2.3	Ausführung von Putzen	360
10.2.4	Außenputze	361
10.2.4.1	Außenputz im Fassadenbereich	363
10.2.4.2	Außensockelputz, Kelleraußenputz	367
10.2.5	Innenputze	369
10.2.5.1	Ausführung und Anforderungen an den Innenputz	369
10.2.5.2	Innenputzoberflächen	371
10.2.6	Putze mit besonderen Eigenschaften	372
10.2.6.1	Wärmedämmputz	372
10.2.6.2	Sanierputz	373
10.2.6.3	Dünnlagenputz	374
10.2.6.4	Leichtputz	375
10.2.7	Lehmputze	376
10.2.8	Wärmedämmverbundsystem	377
10.2.9	Überputzen von Wandschlitzen und Wandbauteilen	379
10.2.10	Ausführung eines Außenputzes	380
10.3	Lernfeld-Aufgaben	381
10.3.1	Übergabestation, Innenputzarbeiten	381
10.3.2	Magazingebäude, Außenputzarbeiten	382

Lernfeld 11: Herstellen einer Wand in Trockenbauweise

11.1	Lernfeld-Einführung	383
11.2	Lernfeld-Kenntnisse	384
11.2.1	Trockenbauwände	384
11.2.2	Unterkonstruktion von Metallständerwänden	385
11.2.3	Beplankungen	387
11.2.3.1	Gipsplatten	387
11.2.3.2	Faserverstärkte Gipsplatten	388
11.2.3.3	Kalziumsilikatplatten	388
11.2.4	Ausführungsdetails	389
11.2.4.1	Fußbodenanschluss	389
11.2.4.2	Deckenanschluss	390
11.2.4.3	Wandanschluss	390
11.2.4.4	Bewegungsfugen	391
11.2.4.5	Wandöffnungen	391
11.2.5	Montage	392
11.2.5.1	Erstellen der Unterkonstruktion	392
11.2.5.2	Bearbeiten von Gipsplatten	392
11.2.5.3	Anbringen der Beplankung	393
11.2.5.4	Fugenverspachtelung im Trockenbau	394
11.2.6	Baustoffbedarf und Abrechnung	395
11.3	Lernfeld-Aufgaben	396
11.3.1	Betriebsgebäude	396
11.3.2	Probenraum	396

Lernfeld 12: Herstellen von Estrich

12.1	Lernfeld-Einführung	397
12.2	Lernfeld-Kenntnisse	398
12.2.1	Estricharten	398
12.2.1.1	Estrich auf Dämmschicht	388

Kennzeichnen der Schnittflächen

Schnittflächen von Bauteilen müssen besonders hervorgehoben werden. Diese Kennzeichnung kann geschehen durch eine breite Umrisslinie der Schnittfläche, durch Anlegen der Schnittfläche mit einem Punktraster oder durch eine Schraffur unter 45° zur Leserichtung.

Kennzeichnen von Baustoffen

Baustoffe können in Schnittflächen durch besondere Schraffuren oder Farben gekennzeichnet werden. Grundlage für die Kennzeichnung sind die Normdarstellungen in DIN 1356:1995, DIN ISO 128-50:2002 und DIN 4023:2006 sowie weiteren Fachnormen und Verordnungen. Sollten die Normdarstellungen nicht ausreichen, können eigene Baustoffschraffuren verwendet werden. Die Bedeutung dieser Schraffuren ist auf der Zeichnung in einer Legende, z. B. oberhalb des Schriftfeldes, deutlich zu erklären. Beim Schraffieren ist der Abstand der Schraffurlinien der Größe der Schnittfläche anzupassen. Grenzen die Schnittlinien zweier Bauteile aneinander, ist die Schraffurrichtung zu wechseln und der Abstand der Schraffurlinien anzupassen. Werden Maße oder Hinweise in die Schnittfläche eingetragen, ist die Schraffur an dieser Stelle zu unterbrechen.

Schraffuren und Farben DIN 1356:1995			Schraffuren DIN ISO 128-50:2002			Schraffuren für Bodenarten DIN 4023:2006		
Mauerwerk aus			Mauerwerk aus			Boden aus		
künstlichen Steinen			Ziegel, kalksand			Kies		
Natursteinen			Leichtziegel			Sand		
Beton			Beton			Ton		
unbewehrt			unbewehrt			Steine		
Stahlbeton			Stahlbeton			Blöcke		
Fertigteile			Leichtbeton			Löslehm		
Mörtel, Putz			wasserundurchlässiger Beton			Kalkstein		
Dämmstoff			Schamotte			Dolomit		
Dichtstoff		-	Dämmstoff			Konglomerat		
Sperrstoff		-	Füllstoff			Schluff		
Stahl		-	Sperrstoff		Schraffuren für Tiefbau			
Vollholz			Stahl		Asphaltdecke			
quer zur Faser			Vollholz		Asphalt-Tragdeckschicht			
längs zur Faser			quer zur Faser		Asphalt-Tragschicht			
Holzwerkstoffe		-	längs zur Faser		Schotter-tragschicht			
Erdreich			Holzwerkstoffe		Kies-tragschicht			
gewachsen		-	Glas		Hydraulisch geb. Tragschicht			
aufgefüllt		-	Erdreich		EPS-Beton			
Kies		-	gewachsen		Frostschuttschicht			
Sand		-	geschüttet		Pflaster mit Pflasterbett			

2.2.2.2 Herstellung der Baugrube

Fundamente und Kellerräume liegen unter der Erdgleiche. Deshalb muss Erdreich ausgehoben und eine Baugrube hergestellt werden. Den anstehenden Böden entsprechend wird über den Maschineneinsatz entschieden (Tabelle 1, Seite 54).

Außerdem muss geprüft werden, ob im Bereich der Baugrube Ver- und Entsorgungsleitungen, wie z.B. Gas-, Wasser- und Abwasserleitung oder Erdkabel verlegt sind.

Im Bereich der Bau-, Werk- und Lagerflächen wird zunächst der bis zu 40 cm dicke **Oberboden** abgetragen und möglichst locker und in breiten Mieten auf dem Baugrundstück gelagert. Er wird zum Einebnen bzw. zur Neugestaltung des Geländes um das fertige Bauwerk wieder gebraucht.

Das **Ausheben der Baugrube** (Ausschachten) geschieht fast ausnahmslos mit Ladefahrzeugen und Baggern. Der Aushub muss gegebenenfalls mit Lastkraftwagen abtransportiert werden. Beim Aushub von gewachsenem Boden entsteht eine Volumenvergrößerung, die man als **Auflockerung** bezeichnet. Diese ist je nach Boden verschieden (Tabelle 1). Die Auflockerung kann in Prozent, bezogen auf die Masse des gewachsenen Bodens, oder als Auflockerungsfaktor angegeben werden.

Die **Größe der Baugrube** richtet sich nach den Außenmaßen des zu erstellenden Bauwerks. Um genügend Bewegungsfreiheit rund um das Bauwerk zu haben, ist ein ausreichend breit bemessener Arbeitsraum einzuplanen. Der freie Arbeitsraum von der Außenseite des Bauteils bzw. der Schalwandkonstruktion bis zum Fuß der abgeböschten Baugrubenwand bzw. bis zum Verbau muss mindestens 60 cm betragen (Bild 1).

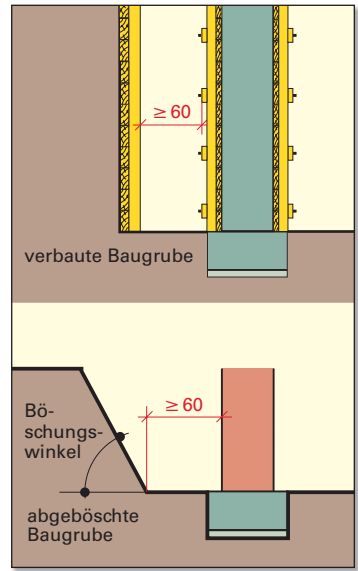


Bild 1: Arbeitsraum bei verbauter und abgeböschter Baugrube

Tabelle 1: Böschungswinkel und Auflockerung bei Erdarbeiten					
Böden	Bezeichnung	Beschreibung	Böschungswinkel nach UVV	Auflockerung	
				in %	Faktor
Boden	Oberboden	oberste Schicht des Bodens mit Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemischen	für diese Böden sind keine Böschungswinkel festgelegt	15	1,15
	fließende Böden	flüssiger bis breiiger Boden, wasserhaltend und Böden, die das Wasser schwer abgeben		-	-
	leicht lösbare Böden	nichtbindige bis schwachbindige Böden, Sande, Kiese, Sand-Kies-Gemische sowie höchstens 30% Masseanteil an Steinen mit Korngrößen über 63 mm bis 200 mm		15	1,15
	mittelschwer lösbare Böden	Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton. Bindige Böden weich bis halbfest und höchstens 30% Masseanteil an Steinen		20 bis 25	1,20 bis 1,25
	schwer lösbare Böden	leicht und mittelschwer lösbare Böden mit mehr als 30% Masseanteil an Blöcken der Korngröße über 200 mm bis 630 mm		30 bis 35	1,30 bis 1,35
Fels	leicht lösbarer Fels und vergleichbare Böden	Felsarten, die stark klüftig, brüchig, schiefrig oder verwittert sind. Böden mit über 30% Masseanteil an Blöcken		40 bis 50	1,40 bis 1,50
	schwer lösbarer Fels	Felsarten mit hoher Gefügefestigkeit, Haufwerke aus großen Blöcken mit Korngrößen über 630 mm			

2.3.1 Auflistung der Arbeiten ab Baubeginn

Freimachen des Baugeländes
 Auspflocken des Gebäudegrundrisses
 Abtrag des Oberbodens
 Aufstellen des Schnurgerüsts mit Festlegung von HG und Höhe ü. NN
 Ausheben der Baugrube mit Arbeitsraum und notwendigen Böschungen
 Ausheben der Gräben für Entwässerungsleitungen, Kontrollschacht und Anschlusskanal
 Ausheben der Fundamente
 Abschalen der Fundamentränder
 Verlegen der Entwässerungsleitungen
 Verfüllen der Gräben
 Einbringen der kapillarbrechenden Schicht unter der Bodenplatte
 Betonieren der Fundamente
 Aufbringen der Trennlage
 Betonieren der Bodenplatte

Arbeitsschritte

Merkliste für alle Bauarbeiten erstellen

Arbeitsschritte

Schnitt durch die Baugrube zeichnen und bemaßen (Bild 1)

2.3.2 Planung der Baugrube

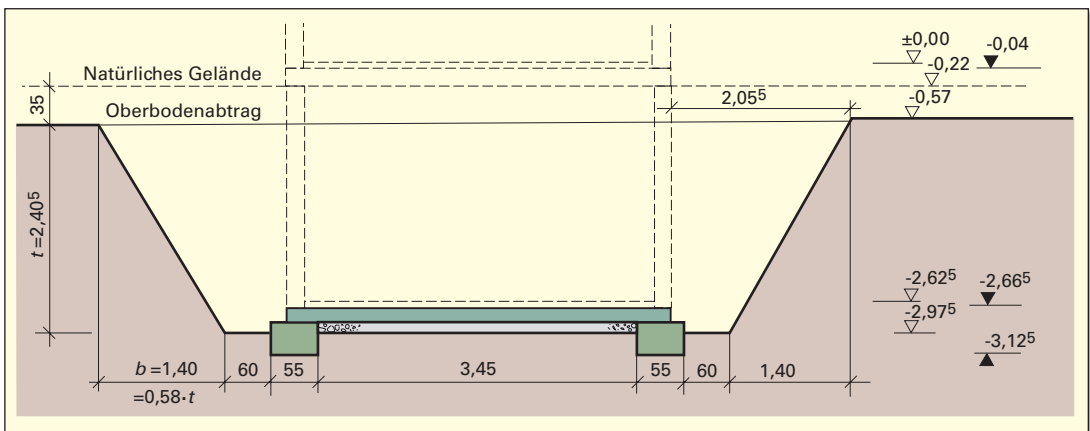


Bild 1: Schnitt durch die Baugrube

Berechnung des Oberbodenabtrags

Benötigte Werk- und Lagerfläche in Ost-West-Richtung

Breite des Bauwerks am Fundament	= 4,55 m
+ 2 x Arbeitsraumbreite	2 x 0,60 m = 1,20 m
+ 2 x Böschungsbreite	2 x 1,40 m = 2,80 m
+ 2 x Sicherheitsabstand	2 x 0,60 m = 1,20 m
+ Werk- und Lagerflächen	= 4,30 m

Breite des Abtrags = 14,05 m

Benötigte Werk- und Lagerfläche in Nord-Süd-Richtung

Länge des Bauwerks am Fundament	= 8,05 m
+ 2 x Arbeitsraumbreite	2 x 0,60 m = 1,20 m
+ 2 x Böschungsbreite	2 x 1,40 m = 2,80 m
+ 2 x Sicherheitsabstand	2 x 0,60 m = 1,20 m
+ Werk- und Lagerflächen	= 5,00 m

Länge des Abtrags = 18,25 m

Abtrag Oberboden 18,00 m x 14,00 m x 0,35 m = 88,200 m³

mit Bodenauflockerung 88,200 m³ x 1,15 = 101,430 m³

Abtrag Oberboden = 101,500 m³

Dieser Boden wird zur Geländemodellierung wieder gebraucht und sollte möglichst auf dem Baugrundstück gelagert werden.

Berechnung des Aushubs der Baugrube

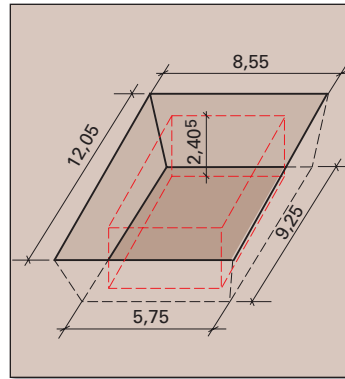


Bild 1: Skizze der Baugrube

Arbeitsschritte

Erstellen eine Skizze mit Bemaßung (Bild 1)

Der Ausub für die Baugrube wird mithilfe der Simpson'scher Formel berechnet.

Auflockerung bei schwer lösbarem Boden

Berechnung der Auffüllmenge
= Menge des Aushubs
- $V_{\text{Gebäude}}$

Menge für Abtransport

Nach Simpson'scher Formel:

$$V_{\text{Aushub}} = \frac{h}{6} \cdot (A_1 + A_2 + 4 \cdot A_m)$$

$$A_m = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot \frac{b_1 + b_2}{2}$$

$$= \frac{9,25 \text{ m} + 12,05 \text{ m}}{2} \cdot \frac{5,75 \text{ m} + 8,55 \text{ m}}{2}$$

$$A_m = 10,65 \text{ m} \cdot 7,15 \text{ m}$$

$$A_m = 76,15 \text{ m}^2$$

$$V_{\text{Aushub}} = \frac{2,405 \text{ m}}{6} \cdot (9,25 \text{ m} \cdot 5,75 \text{ m} + 12,05 \text{ m} \cdot 8,55 \text{ m} + 4 \cdot 76,15 \text{ m}^2)$$

$$= \frac{2,405 \text{ m}}{6} \cdot (53,19 \text{ m}^2 + 103,03 \text{ m}^2 + 304,60 \text{ m}^2)$$

$$= 184,712 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{aufgelockerter Boden}} = 184,712 \text{ m}^3 \cdot 1,3$$

$$V_{\text{aufgelockerter Boden}} = 240,123 \text{ m}^3$$

Auffüllmenge für den Arbeitsraum

$$V_{\text{Arbeitsraum}} = V_{\text{Aushub}} - V_{\text{Gebäude}}$$

$$= 184,712 \text{ m}^3 - 7,74 \text{ m} \cdot 4,24 \text{ m} \cdot 2,405 \text{ m}$$

$$= 105,786 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{aufgelockerte Auffüllmenge}} = 105,786 \text{ m}^3 \cdot 1,3$$

$$V_{\text{aufgelockerte Auffüllmenge}} = 137,522 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Abfuhr}} = 102,601 \text{ m}^3$$

2.3.3 Planung der Fundamente

Berechnung der Schalung

$$Länge_{\text{Schalung}} = 2 \times 8,05 \text{ m} + 2 \times 4,55 \text{ m}$$

$$= 16,10 \text{ m} + 9,10 \text{ m}$$

$$Länge = 25,20 \text{ m}$$

Berechnung der Splittmenge für kapillarbrechende Schicht

$$Menge_{\text{Splitt}} = 0,15 \text{ m} (3,45 \text{ m} \cdot 4,95 \text{ m} + 0,825 \text{ m} \cdot 1,45 \text{ m} + 2,075 \text{ m} \cdot 1,45 \text{ m})$$

$$= 0,15 \text{ m} (17,08 \text{ m}^2 + 1,20 \text{ m}^2 + 3,01 \text{ m}^2)$$

$$= 0,15 \text{ m} \cdot 21,29 \text{ m}^2$$

$$Menge_{\text{Splitt}} = 3,194 \text{ m}^3$$

Arbeitsschritte

Fundamentzeichnung mit Bemaßung erstellen (Tabelle 1, Seite 70)

Schalung ist nur an der Außenseite notwendig

Kapillarbrechende Schicht

5.2.6.4 Chemischer Holzschutz

Nach DIN 68800 müssen Holzbauteile, die zur Standsicherheit beitragen und besonders gefährdet sind, zusätzlich zu den baulichen Maßnahmen mit chemischen Holzschutzmitteln geschützt werden. Zu den besonders gefährdeten Bauteilen zählen z. B. solche in Außenbereichen und in feuchten Räumen. Nach dem Anwendungsbereich und damit dem Maß der Gefährdung sind die Bauteile in die **Gebrauchsklassen 0 bis 5** eingeteilt und damit die Anforderungen an den Holzschutz festgelegt. Holzteile, die durch Niederschläge, Spritzwasser oder dergleichen beansprucht werden, gehören zu den Gebrauchsklassen 3 bis 5, solche ohne diese Beanspruchungen zu den Gebrauchsklassen 0 bis 2 (**Tabellenheft, Seite 49**).

Holz, das in Innenräumen verbaut ist und ständig trocken bleibt, wird unter bestimmten Voraussetzungen der Gebrauchsklasse 0 zugeordnet. Für dieses Holz ist kein vorbeugender chemischer Holzschutz erforderlich. Bei Einhaltung von baulichen Maßnahmen nach DIN 68800-2 gilt dies bis zur Gebrauchsklasse 3.1 ebenfalls. Dies gilt auch bei Verwendung von bestimmten splintarmen oder splintfreien Farbkernhölzern mit hoher Dauerhaftigkeit.

Die Wirksamkeit der Holzschutzmittel gegen holzerstörende Insekten und holzerstörende Pilze wird in Kurzform in **Prüfprädikaten** beschrieben (**Bild 1**).

Holzschutzmittel teilt man im Wesentlichen in wasserlösliche Salze und in gebrauchsfertig gelieferte lösemittelhaltige bzw. ölige Holzschutzmittel ein (**Tabelle 1**).

Der Schutz des Holzes ist von der Eindringtiefe der Schutzmittel abhängig. Man unterscheidet sechs **Eindringtiefe-Klassen**, den Oberflächenschutz (NP 1), den Randschutz (NP 2) mit einer Eindringtiefe von einigen Millimetern sowie den Tiefschutz (NP 3) mit einer Eindringtiefe von mindestens 6 mm. Beim Vollschutz (NP 5) muss der gesamte Holzquerschnitt, bei Farbkernhölzern mindestens jedoch das gesamte Splintholz durchtränkt sein (**Bild 2**).

Die erreichbare Eindringtiefe richtet sich nach der Holzartbedingten Tränkbarkeit, der Holzfeuchte und dem Einbringverfahren (Tabelle 1). Die nach der Gebrauchsklasse erforderliche Aufbringmenge bzw. Eindringtiefe muss durch entsprechende Holzschutzmittel und Einbringverfahren sichergestellt und nachgewiesen werden. Bauteile aus Holz ohne hohe natürliche Dauerhaftigkeit müssen deshalb ab der Gebrauchsklasse 4 immer einen Vollschutz durch Druckimprägnierung (NP 6) erhalten, bei der auch das Kernholz teilweise getränkt wird. Treten bei Hölzern ohne Vollschutz Trockenrisse auf, muss eine Nachimprägnierung erfolgen. Dies ist auch erforderlich, wenn geschützte Hölzer nachträglich bearbeitet wurden. Wird nicht witterungsbeständiges Holzschutzmittel verwendet, ist das Bauholz vor Niederschlägen zu schützen.

Chemische Holzschutzmittel, auch Imprägnierungsmittel genannt, enthalten biozide Wirkstoffe, d.h. sie wirken als **Berührungs-, Atemungs- und Fraßgifte**. Es dürfen deshalb nur solche Holzschutzmittel angewendet werden, die nach dem Biozidrecht verkehrsfähig sind. Dies setzt voraus, dass die Wirksamkeit der Holzschutzmittel von einer Materialprüfanstalt nachgewiesen wurde. Außerdem muss die gesundheitliche Unbedenklichkeit bei vorschriftsgemäßer Anwendung überprüft sein. Geprüfte Holzschutzmittel für den vorbeugenden Holzschutz von tragenden und aussteifenden Bauteilen sind am „**Ü**“-Zeichen erkennbar.

Iv = gegen Insekten vorbeugend wirksam,
P = gegen Pilze vorbeugend wirksam,
W = auch für Holz, das der Witterung ausgesetzt ist, jedoch nicht im ständigen Erdkontakt und nicht im ständigen Kontakt mit Wasser,
E = auch für Holz, das extremer Beanspruchung ausgesetzt ist (im ständigen Erdkontakt und/oder im ständigen Kontakt mit Wasser sowie bei Schmutzablagerungen in Rissen und Fugen).
B = gegen Verblauung an verarbeitetem Holz wirksam

Bild 1: Prüfprädikate

Arten	wasserlösliche Salze	ölige Mittel
Anwendungsbereiche	saffrisches, feuchtes und halbtrockenes Holz	trockenes oder halbtrockenes Holz
Einbringverfahren	Spritzen, Sprühen und Fluten (in stationären Anlagen), Streichen, Tauchen, Trogränkung, Kesseldruck- und Vakuumtränkung	

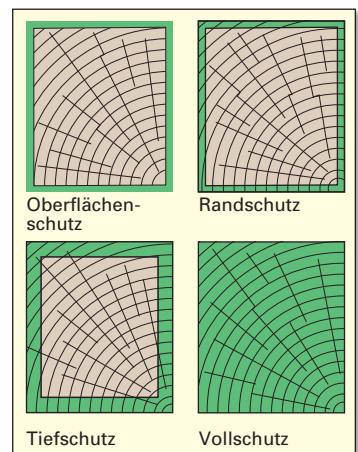
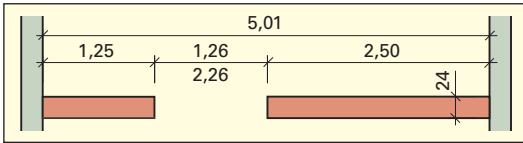


Bild 2: Beispiele für Eindringtiefeanforderungen

Beispiel:

Für ein bestehendes Gebäude ist eine 2,76 m hohe Innenwand aus Kalksand-Plansteinen, 12 DF, herzustellen (**Bild 1**). Zur Öffnungsüberdeckung wird ein Flachsturz der Höhe $h = 11,3$ cm mit den Auflager-tiefen $a \geq 11,5$ cm verwendet.

Ermitteln Sie den Stein- und Mörtelbedarf sowie den Arbeitszeitbedarf.

**Bild 1:** Innenwand**Lösung:**

Mengenermittlung für Mauerwerk, $t = 24$ cm:

$$A_1 = 5,01 \text{ m} \cdot 2,76 \text{ m} - 1,26 \text{ m} \cdot 2,26 \text{ m} \quad A_1 = 10,98 \text{ m}^2$$

$$l_{\text{Flachsturz}} = 1,26 \text{ m} + 2 \cdot 0,115 \text{ m} \quad \text{gewählt: } l = 1,50 \text{ m}$$

$$A_2 = 10,98 \text{ m}^2 - 1,50 \text{ m} \cdot 0,113 \text{ m} \quad A_2 = 10,81 \text{ m}^2$$

Steinbedarf abzüglich Flachsturz:

$$\text{Steinbedarf} = 10,81 \text{ m}^2 \cdot 11 \text{ Steine/m}^2 \quad \mathbf{119 \text{ Steine}}$$

Mörtelbedarf für Dünnbettmörtel:

$$\text{Mörtelbedarf} = 10,98 \text{ m}^2 \cdot 2,80 \text{ Liter/m}^2 \approx \mathbf{31 \text{ Liter DM}}$$

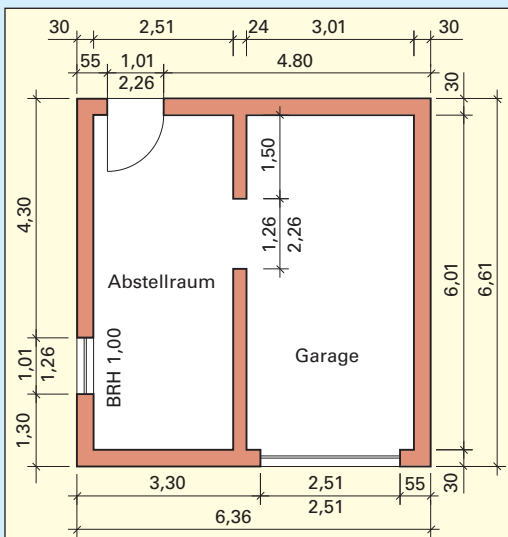
Arbeitszeitbedarf für gegliedertes Mauerwerk:

$$\text{Arbeitszeitbedarf} = 10,98 \text{ m}^2 \cdot 0,90 \text{ h/m}^2 \quad \mathbf{9,88 \text{ Std}}$$

Aufgaben

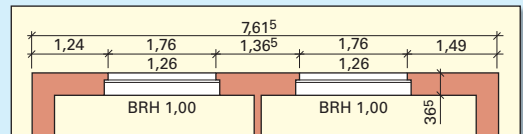
- Die Wände einer **Garage mit Abstellraum** sind aus Mauerwerk herzustellen (**Bild 2**). Die lichte Raumhöhe beträgt 3,00 m. Als oberer Abschluss für die Außenwände ist ein Ringbalken aus U-Schalen, $h = 24,8$ cm unterhalb der Flachdachdecke, vorgesehen. Als Öffnungsüberdeckung für das Garagentor ist ein Fertigteilsturz mit der Höhe $h = 24,8$ cm und den Auflagertiefen $a = 25$ cm zu verwenden. Das Fenster und die Tür erhalten Flachstürze der Höhe $h = 11,3$ cm und der Auflagertiefen $a = 11,5$ cm.

- Wählen Sie geeignete Baustoffe für Mauersteine und Mauermörtel aus und begründen Sie Ihre Entscheidung.
- Ermitteln Sie den Baustoffbedarf und den Arbeitszeitbedarf für das Herstellen der Wände.

**Bild 2:** Garage

- Die Außenwand eines **eingeschossigen Geschäftshauses** ist aus Mauersteinen HLz, 12 DF, herzustellen (**Bild 3**). Die Öffnungen werden mit Flachstürzen der Höhe $h = 11,3$ cm überdeckt. Die erste Schicht der Übermauerung erfolgt mit Mauersteinen HLz, 6 DF. Es sind Fensteranschlagsteine zu verwenden. Die lichte Raumhöhe beträgt 2,75 m.

- Ermitteln Sie den Bedarf an Mauersteinen und Mauermörtel sowie die Anzahl der Formsteine und Fertigteile für die Außenwand und fertigen Sie eine Skizze.
- Ermitteln Sie die Arbeitszeit, die drei Arbeiter für das Herstellen der Wand benötigen.

**Bild 3:** Außenwand Geschäftshaus

- Eine über zwei Geschosse durchgehende Außenwand der Dicke $t = 30,0$ cm und der Länge $l = 5,99$ m wird aus Porenbeton-Plansteinen, 15 DF, hergestellt. Die lichten Raumhöhen der Geschosse betragen 2,80 m. In die Außenwand bindet eine Stahlbetondecke der Höhe $h = 18$ cm ein. Es werden Deckenabstellsteine in Rechteckform und zum Höhenausgleich Ausgleichsteine mit $l = 49$ cm verwendet.

- Ermitteln Sie die Anzahl und die Bauteilhöhen der Deckenabstellsteine und der Ausgleichsteine sowie den Bedarf an Mauersteinen und Mauermörtel.
- Ermitteln Sie die Zahl der Arbeiter, die die Wand in 16 Stunden herstellen können.

Deckenaufleger über EG

- Stahlbetonmassivplatte $h = 16$ cm
- Höhenausgleich der Deckendicke zur entsprechenden Schichthöhe des Verblendmauerwerks in Übereinstimmung mit der Geschosshöhe
- Rollladenkasten als Fertigteil 36,5 cm/30 cm mit einer Wärmedämmung auf der Innenseite
- vorgefertigter Sturz in der Verblendschale aus hochkant gestellten U-Schalen mit Beton ausgegossen
- Sperrschicht gegen Schlagregen

Zweischalige Außenwand

- tragende Wand aus großformatigen Mauersteinen $t = 24$ cm
- Wärmedämmung $d = 8$ cm
- Luftschicht $d = 4,5$ cm
- Verblendschale aus frostbeständigen Mauersteinen $t = 11,5$ cm
- Verankerung der beiden Mauerwerksschalen mit nichtrostenden Ankern, $d = 3$ mm, in der Lagerfuge rechtwinklig abgebogen und mit Kunststoff-Tropfscheibe in der Mitte der Luftschicht
- Mindestens 5 Anker/m² Wandfläche, an freien Rändern, wie z. B. bei Öffnungen, Gebäudeecken oder Bewegungsfugen, zusätzlich 3 Anker/m Randlänge
- Hinterlüftung der Verblendschale durch offene Stoßfugen am Fuß der Verblendschale (mindestens 10 cm über Erdgleiche) sowie in der obersten Mauerwerksschicht
- bei bündigem Verblendmauerwerk mit der Kelleraußenwand Fuge mit elastischem Dichtstoff schließen
- bei überstehendem Verblendmauerwerk entsteht Abtropfnase für Wasser
- alle Anschlussfugen außen zwischen Bauteilen und Öffnungen für Fenster und Türen sowie zwischen unterschiedlichen Baustoffen mit elastischem Dichtstoff schließen

Decken über UG

- Stahlbetonmassivplatte $h = 18$ cm
- Höhenausgleich der Deckendicke zur entsprechenden Schichthöhe des Verblendmauerwerks in Übereinstimmung mit der Geschosshöhe durch Ausgleichsschicht
- Sperrschicht gegen aufsteigende und von außen eindringende Feuchtigkeit

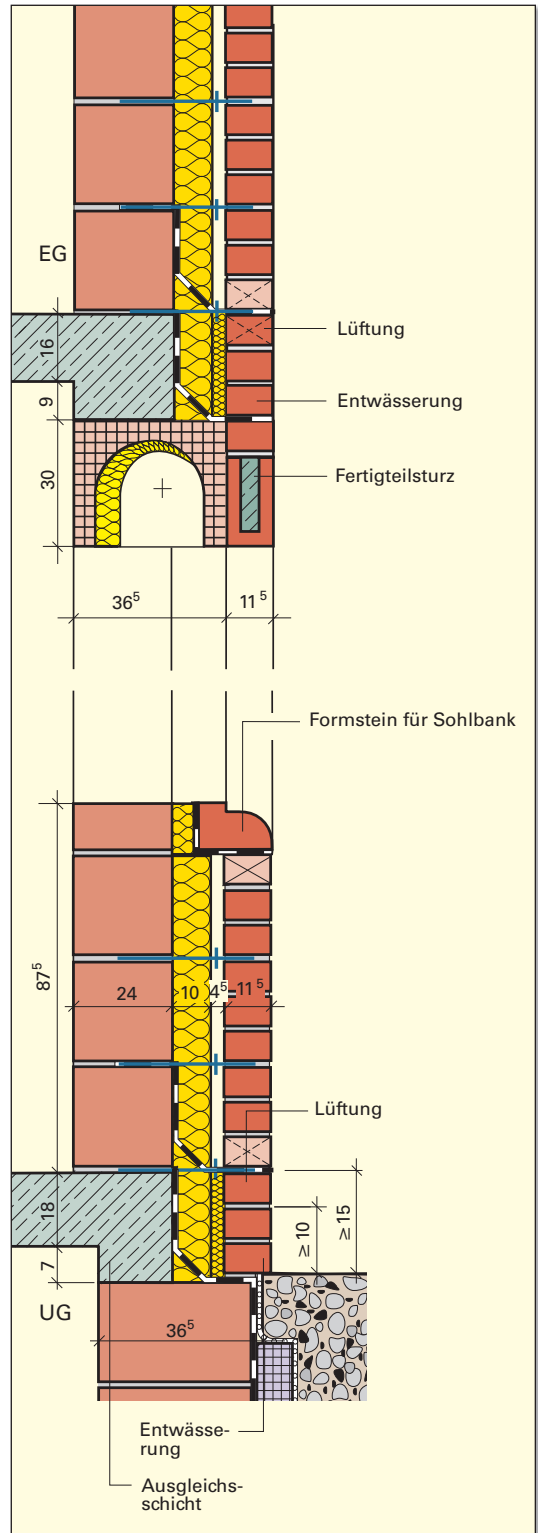


Bild 1: Beispiel eines Fassadenschnitts durch ein Wohngebäude

3 Schnitt durch ein zweischaliges Mauerwerk mit Dachanschluss

Für die Außenwand eines Gebäudes ist ein Fassadenschnitt mit Unterbrechung und ein Horizontalschnitt durch eine Wand-ecke im M 1 : 10 zu zeichnen. Es ist die Wärmedämmung einzuzichnen. Alle notwendigen Sperrschichten, Verankerungen und Lüftungsfugen sind darzustellen.

Ausführungshinweise

- Kellermauerwerk aus Leichtbetonhohlblocksteinen DIN 18151 3K Hbl 4-0,9-36,5 mit Dickbeschichtung bzw. wasserundurchlässigem Putz, $d = 15$ mm
- Decke über UG aus Stahlbeton C20/25, $h = 18$ cm, 8 cm Wärmedämmung und 11,5 cm Vormauerung
- Aufgehendes zweischaliges Mauerwerk mit Tragschale $t = 24$ cm aus großformatigen Steinen, Wärmedämmung $d = 8$ cm, Luftschicht $d = 4,5$ cm, Verblendschale $t = 11,5$ cm aus NF-Steinen mit 3 cm Überstand am Sockel
- Decke über EG aus Stahlbeton C20/25 $h = 18$ cm Höhenausgleich unter der Decke auf Schichthöhe des Mauerwerks der Verblendschale abstimmen
- Drempe $h = 75$ cm, Mauerwerk $t = 24$ cm, oberste Schicht aus U-Schalen, $b = 24$ cm und $h = 23,8$ cm, ausbetoniert als Ringanker und zur Befestigung der Schwelle
- Dachkonstruktion mit Holzschwelle 12 cm/10 cm und Sparren 10 cm/20 cm, Dachneigung 30° , 35 cm Dachvorsprung

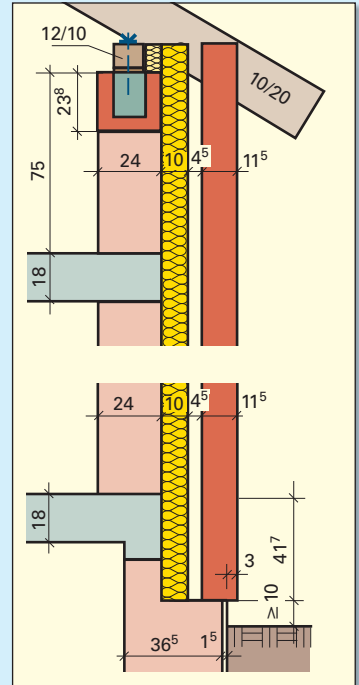


Bild 1: Fassadenschnitt mit Dachanschluss

4 Schnitt durch ein zweischaliges Mauerwerk mit Fensteröffnung und Flachdachkonstruktion

Zeichnen Sie einen Fassadenschnitt für eine Fensteröffnung $b/h = 63,5$ cm/101 cm und eine Teilansicht dieses Bereichs mit einem selbstgewählten Mauerverband im M 1 : 10. Es sind die Wärmedämmung und alle notwendigen Sperrschichten, Verankerungen und Lüftungsfugen einzuzichnen.

Ausführungshinweise

- aufgehendes zweischaliges Mauerwerk mit Tragschicht $t = 24$ cm aus kleinformatigen Steinen, z. B. aus Mauerziegel DIN 105-HLz 8-0,8-2 DF, Wärmedämmung $d = 8$ cm, Luftschicht $d = 4,5$ cm, Verblendschale aus frostbeständigen Mauersteinen $t = 11,5$ cm, z. B. Mauerziegel DIN 105 VMz 28-1,8-DF
- Fensterbank als Betonfertigteil mit 8 cm Wärmedämmung und Sperrschicht
- Stahlbetondecke C20/25, $h = 18$ cm auf Ringbalken, dazwischen Gleitschicht
- Verblendschale aufgelagert auf Fertigsturz aus L-Schalen 11,3 cm hoch
- Dachaufbau schematisch dargestellt mit 12 cm Wärmedämmung und einer breiten Linie für Dachhaut und Attikaabdeckung

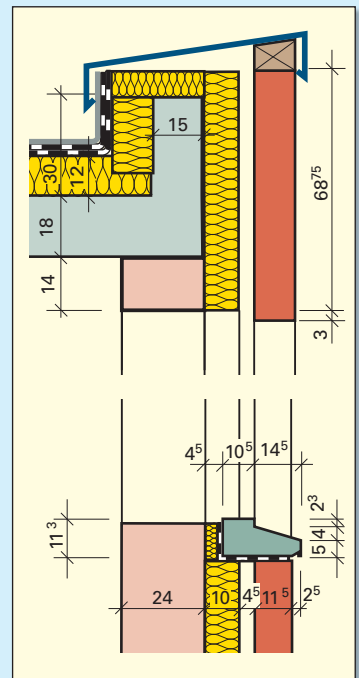


Bild 2: Fassadenschnitt mit Fensteröffnung und Flachdach

15.3.3 Verblendschale aus Naturstein

Die Außenwände des Erdgeschosses eines Gebäudes sollen als zweischaliges Mauerwerk mit einer Verblendschale aus Natursteinen 2,75 m hoch erstellt werden. Das Kellermauerwerk reicht bis 30 cm über Oberkante Gelände hinaus. Als Wandbaustoff wird ein perlitgefüllter Ziegel verwendet (**Bild 1**).

- Planen Sie die Mauerarbeiten für das Erdgeschoss.
- Zeichnen Sie die Ansicht einer Wandseite und einen Schnitt durch das Mauerwerk von der Geländeoberfläche bis zur Fensterbrüstung mit allen Sperrschichten und Anschlüssen.

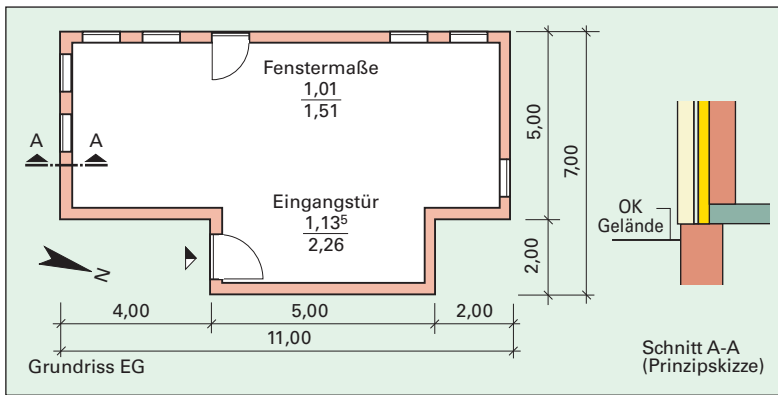


Bild 1: Erdgeschoss, zweischaliges Natursteinmauerwerk

Ausführungshinweise

- Kelleraußenwand
Großformat $t = 42^5$ cm,
- Decke über KG
Stahlbeton C20/25,
 $h = 18$ cm
- Geschossaußenwand
 - Innenschale
Großformat $t = 24$ cm
 - Wärmedämmung
 $d = 12$ cm
 - Verblendschale aus
Naturstein mit
regelmäßigem
Schichtenmauerwerk,
 $t = 15$ cm
 - Überstand 2 cm
 - Brüstungshöhe
 $h = 87,5$ cm

15.3.4 Trockenmauer

Ein Grundstück soll eine 2,00 m hohe Einfriedung als zweihäuptige Trockenmauer erhalten (**Bild 2**). Das Fundament ist aus Beton herzustellen.

- Planen Sie die Mauerarbeiten und ermitteln Sie den Baustoffbedarf.
- Zeichnen Sie einen Ausschnitt in der Ansicht und einen Schnitt durch die Trockenmauer im M 1:10.
- Beschreiben Sie den Arbeitsablauf.

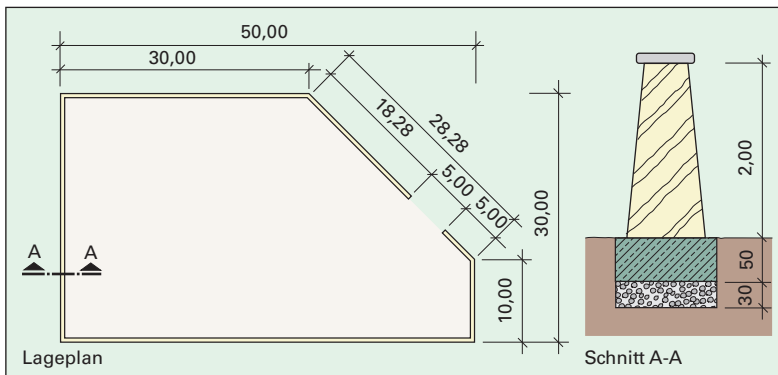


Bild 2: Trockenmauer

Ausführungshinweise

- Frostschuttschicht
 $d = 30$ cm
- Fundamentüberstand
je 5 cm
- Wandbreite am Fuß
 $b = 90$ cm
- Breite der Mauerkrone
 $b = 50$ cm
- Abdeckung mit
plattenförmigen
Natursteinen

17.2.6.8 Energieausweis

Für **Neubauten** sind zum Einsparen von Energie und zum Schutz der Umwelt höhere Anforderungen an den Wärmeschutz einzuhalten als bei Sanierungen. Der Nachweis für die Einhaltung der Vorschriften nach der Energieeinsparverordnung wird durch einen **Energiebedarfsausweis** erbracht. Dazu ist ein aufwendiges Nachweisverfahren erforderlich. Unter anderem wird nachgewiesen, dass die in der Energieeinsparverordnung festgelegten Höchstwerte für Transmissionswärmeverluste und für den Jahres-Primärenergiebedarf eingehalten sind.

Transmissionswärmeverluste werden ermittelt, indem man U -Werte auf die Wärme übertragenden Umfassungsflächen bezieht und Wärmebrücken berücksichtigt. Bei kompakten Gebäuden, die im Vergleich zum Volumen eine geringe Oberfläche aufweisen, sind beispielsweise größere U -Werte zulässig.

Der **Jahres-Primärenergiebedarf** wird unter Berücksichtigung der Transmissionswärmeverluste H_T , der Lüftungswärmeverluste H_V , sowie von Wärmegewinnen ermittelt. Als Wärmegewinne werden solare Wärmegewinne Q_s durch Sonneneinstrahlung und interne Wärmegewinne Q_i , beispielsweise durch Wärmeabstrahlung von Lampen und elektrischen Geräten bezeichnet (**Bild 1**).

Bei der Ermittlung des Jahresprimärenergiebedarfs werden außerdem der Wärmebedarf der Heizungsanlage Q_h sowie der Energiebedarf für Warmwasserzubereitung Q_w berücksichtigt. Verluste bei Gewinnung und Umwandlung sowie beim Transport der Energieträger, z.B. von Erdöl, Erdgas, Steinkohle und Holz, gehen ebenfalls in die Berechnung ein (**Bild 1**).

Bei Neubauten sind in den vergangenen Jahrzehnten große Fortschritte bei der Energieeinsparung gemacht worden (**Bild 2**). Da der größere Teil des Gebäudebestandes jedoch vor der Gesetzgebung zur Energieeinsparung erstellt wurde, ist es besonders sinnvoll Anreize zum Energiesparen bei **Altbauten** zu geben. Dies geschieht durch die Verpflichtung einem Mieter oder Käufer eines Gebäudes den **Energieausweis** vorzulegen.

Der Energieausweis kann aufgrund einer Energiebedarfsrechnung erstellt werden. Jedoch ist es auch zulässig einen **Energieverbrauchsausweis** anfertigen zu lassen, dem der gemittelte Verbrauch der letzten drei Jahre zugrunde gelegt ist und der einen Energieverbrauchskennwert zeigt (**Bild 3**). Außerdem muss der Energieausweis bei Altbauten Empfehlungen für kostengünstige Modernisierungen enthalten.

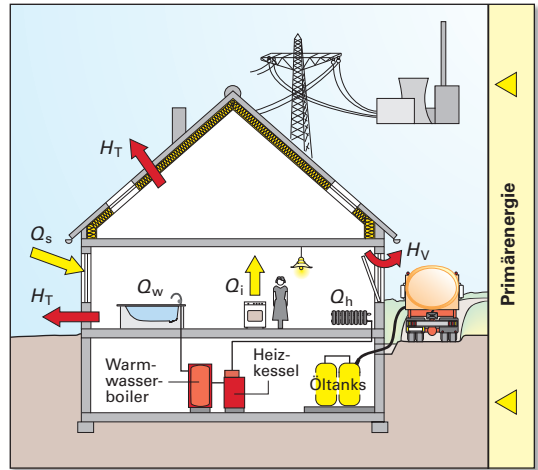


Bild 1: Wärmeverluste und Wärmegewinne

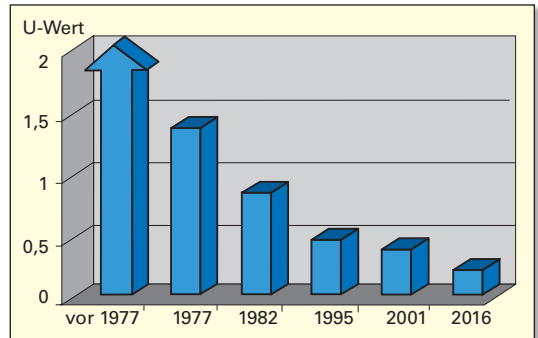


Bild 2: Energieverluste bei Außenwänden von Neubauten

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 1. ...

3

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes Registriernummer² (oder „Registriernummer wurde beantragt am ...“)

Energieverbrauch

Endenergieverbrauch dieses Gebäudes kWh/(m²·a)

Primärenergieverbrauch dieses Gebäudes kWh/(m²·a)

Endenergieverbrauch dieses Gebäudes kWh/(m²·a)
(Pflichtangabe für Immobilienanzeigen)

Zeitraum		Energieträger ¹	Primärenergiefaktor	Energieverbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Anteil Heizung [kWh]	Klima faktor
von	bis						

Vergleichswerte Energiebedarf

Die modellhaft ermittelten Vergleichswerte beziehen sich auf Gebäude, in denen Wärme für Heizung und Warmwasser durch Heizkessel im Gebäude bereitgestellt wird.

Soll ein Energieverbrauch eines mit Fern- oder Nahwärme beheizten Gebäudes verglichen werden, ist zu beachten, dass hier normalerweise ein um 15 bis 30 % geringerer Energieverbrauch als bei vergleichbaren Gebäuden mit Kesselheizung zu erwarten ist.

Bild 3: Energieverbrauchsausweis (Auszug)

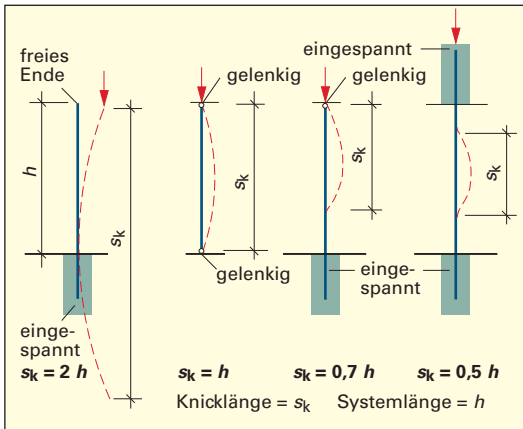


Bild 1: Knicklänge bei Stahlbetonstützen

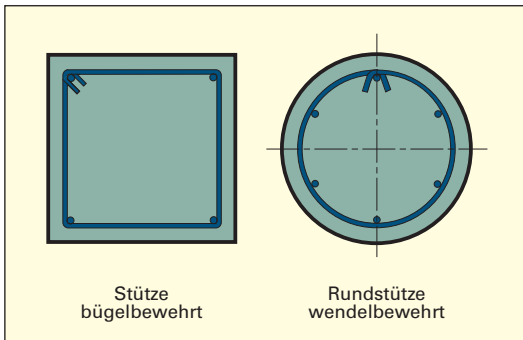


Bild 2: Bewehrung von Stützen

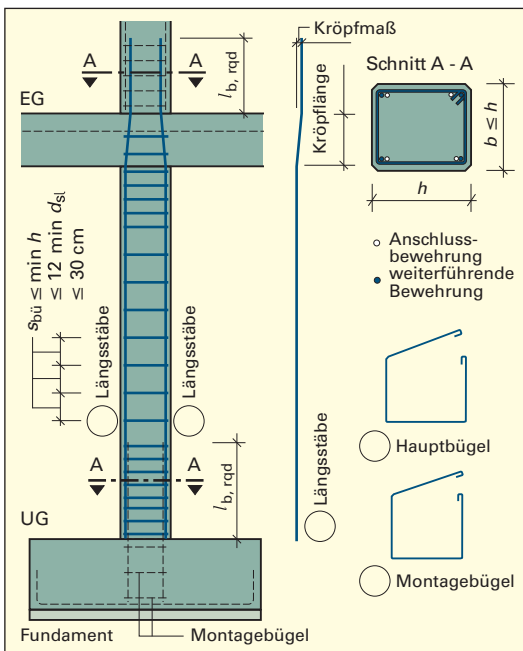


Bild 3: Bewehrung einer Innenstütze (Beispiel)

7.2.3 Bewehrung von Stahlbetonstützen

Die Bewehrung richtet sich nach der Art der statischen Beanspruchung der Stütze.

7.2.3.1 Beanspruchung

Bei der Belastung der Stützen durch Decken und Balken werden diese auf Druck in Stützenlängsrichtung (Normalkraft) beansprucht. Außerdem können Stützen durch Horizontallasten, z.B. Windlasten und Anpralllasten, beansprucht werden. Nach der Art der Belastung unterscheidet man mittig oder ausmittig belastete Stützen.

Bei Stützen besteht die Gefahr des Knickens, dem seitlichen Ausweichen der Stütze unter Belastung. Als Kennwert des Knickens dient der **Schlankheitsgrad** λ . Dieser hängt vom Verhältnis der Höhe bzw. Länge zur Dicke des Bauteils ab. Bei Stützen gilt als Länge die **freie Knicklänge** h_{ef} (Bild 1). Diese richtet sich danach, ob die Stütze eingespannt oder gelenkig gelagert ist.

7.2.3.2 Arten der Bewehrung

In Hochbauten werden Stahlbetonstützen als buegelbewehrte Stützen oder umschnürte Stützen ausgeführt.

Bei **buegelbewehrten Stützen** besteht die Bewehrung aus Längsstäben und Buegeln (Bild 2). Der Betonquerschnitt und die Längsbewehrung tragen die Last. Die Buegel haben die Aufgabe, das Knicken der Längsstäbe zu verhindern.

Umschnürte Stützen werden als Rundstützen mit hoher Belastung ausgeführt. Die erhöhte Tragwirkung wird durch eine kreisförmig angeordnete Querbewehrung, der **Wendelbewehrung**, erreicht (Bild 2). Diese sichert zugleich die Längsbewehrung gegen Knicken und muss in der Regel in die angrenzenden Bauteile hineinreichen.

Die Wendelbewehrung eignet sich auch für Stützen, die einem Kreisquerschnitt nahe kommen, z.B. ein Achteck-Querschnitt.

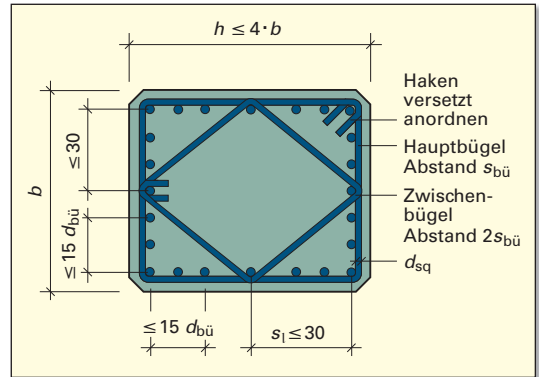
7.2.3.3 Ausführung der Bewehrung

Bei geschosshohen Stützen endet die Längsbewehrung am Stützenkopf. Ist das angrenzende Bauteil eine Stahlbetondecke oder ein Stahlbetonbalken, so muss die Stützenbewehrung in diesem Bauteil verankert werden.

Bei **durchlaufenden Stützen** müssen mindestens die Eckstäbe über die Geschossdecke hinaus als Anschlussbewehrung für die darüber liegende Stütze geführt werden (Bild 3). Die hierfür notwendigen Stäbe sind gekröpft, damit sie mit der Bewehrung der nachfolgenden Stütze verbunden werden können.

Regeln für die Ausführung der Längsbewehrung:

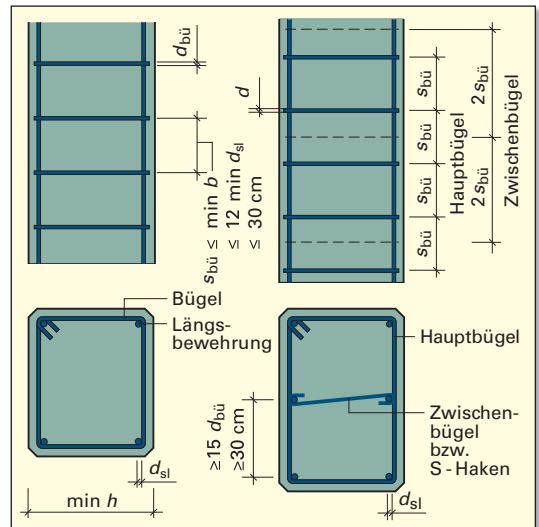
- Längsstäbe sind vorwiegend in den Ecken anzuordnen und zur Knickaussteifung durch Bügel zu halten (**Bild 1**).
- Der Durchmesser d_{sl} muss mindestens 12 mm betragen.
- Für Querschnitte mit h und $b \leq h$ sowie Stützen mit vieleckigem Querschnitt genügt je ein Bewehrungsstab in den Ecken.
- In Stützen mit Kreisquerschnitt sind mindestens 6 Stäbe anzuordnen.
- Der Abstand der Längsstäbe s_l darf 30 cm nicht überschreiten.


Bild 1: Verbügelung mehrerer Längsstäbe

Die Längsbewehrung muss durch eine Querbewehrung umschlossen werden. Hierzu verwendet man Einzelbügel oder Bügel aus Betonstahlmatten.

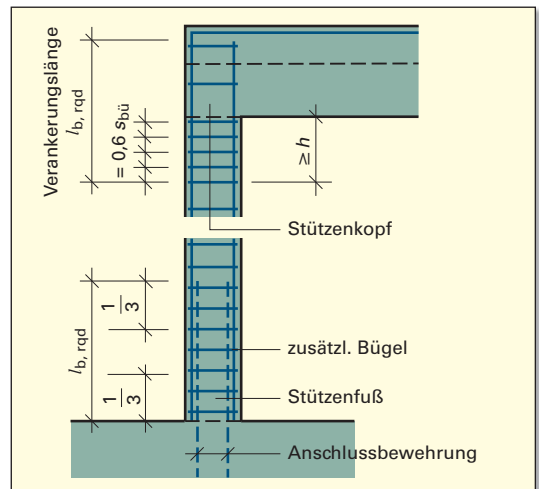
Regeln für die Ausführung der Bügelbewehrung (Querbewehrung):

- Der Durchmesser $d_{sbü}$ der Bügel muss $\geq 0,25$ des größten Stabdurchmessers der Längsbewehrung, mindestens jedoch 6 mm, bei Bügeln aus Betonstahlmatten mindestens 5 mm betragen (**Bild 1**).
- Jeder Bügel muss zur Verankerung im Beton mit Haken geschlossen sein. Die Haken sollen über die Stützhöhe versetzt angeordnet werden.
- Mit Bügeln können in jeder Stützecke bis zu fünf Längsstäbe gegen Knicken gesichert werden. Weitere Längsstäbe sind zusätzlich durch Zwischenbügel oder S-Haken zu sichern (**Bild 2**).
- Die Bügelabstände $s_{bü}$ dürfen 30 cm bzw. $0,7 \cdot b$ nicht überschreiten.


Bild 2: Bügelbewehrung

Zur Sicherung der Krafteinleitung aus den angrenzenden Bauteilen, z. B. aus Decken, aus Balken oder aus Fundamenten, schreibt DIN EN 1992-1 **Verankerungslängen** $l_{b, rqd}$ vor. Dazu darf der Bereich des Stützenkopfes bzw. des Stützenfußes bis zu einer Höhe von $\geq b$ (größere Stützenabmessung) einbezogen werden. Der Bügelabstand $s_{bü}$ ist in diesem Bereich um den Faktor 0,6 zu vermindern (**Bild 3**).

Muss die Längsbewehrung gestoßen werden (Übergreifungsstoß), so ist eine ausreichende **Übergreifungslänge** l_o einzuhalten. Deshalb wird in Stoßbereichen der Abstand der Bügel ebenfalls um den Faktor 0,6 vermindert, wenn der Stabdurchmesser $d_{sl} > 14$ mm beträgt (**Bild 3**).


Bild 3: Verminderung der Bügelabstände

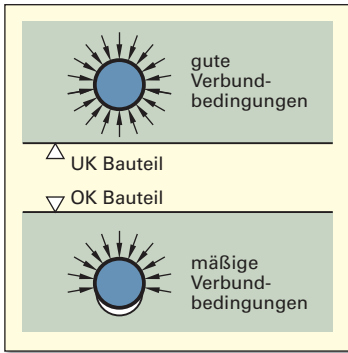


Bild 1: Verankerung der Bewehrung im Beton

7.2.3.4 Verbundbedingungen

Die Verankerung der Bewehrungsstäbe im Beton ist Voraussetzung für eine sichere Aufnahme der Kräfte durch die Bewehrung. Diese ist im Wesentlichen abhängig von der Oberflächengestalt des Betonstahls, der Betonfestigkeitsklasse, den Abmessungen des Bauteils sowie von der Lage und dem Neigungswinkel der Betonstahlstäbe beim Betonieren.

Wird z. B. ein Stahlbetonbalken betoniert, werden die im unteren Teil des Balkens liegenden Betonstabstähle vom Frischbeton vollständig umschlossen und damit der Verbund in vollem Umfang erreicht. Dies bezeichnet man als **gute** Verbundbedingung. Bei den im oberen Bereich liegenden Betonstabstählen bilden sich Absackungen aufgrund der „Schwere“, d. h., die Stäbe sind nicht mehr voll von Frischbeton umschlossen (**Bild 1**). Zur Verankerung steht nur ein Teil des Umfangs der Stäbe zur Verfügung. Diesen Bereich bezeichnet man als **mäßige** Verbundbedingung.

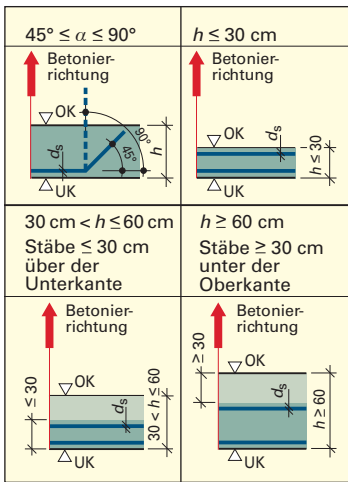


Bild 2: Gute Verbundbedingungen

Gute Verbundbedingungen ergeben sich

- für alle Stäbe mit einer Neigung von 45° bis 90° zur Waagerechten während des Betonierens,
- für alle Stäbe mit einer Neigung von 0° bis 45° zur Waagerechten während des Betonierens,
 - wenn die Dicke der Bauteile in Betonierrichtung 30 cm nicht überschreitet,
 - wenn die Dicke der Bauteile größer als 30 cm ist und entweder höchstens 30 cm über der Unterkante des Frischbetons oder mindestens 30 cm unter der Oberseite des Bauteils oder eines Betonierabschnitts liegt (**Bild 2**).
- für liegend gefertigte stabförmige Bauteile wie z. B. für Stützen, die mit einem Außenrüttler verdichtet werden und deren äußere Querschnittsabmessungen 50 cm nicht überschreiten.

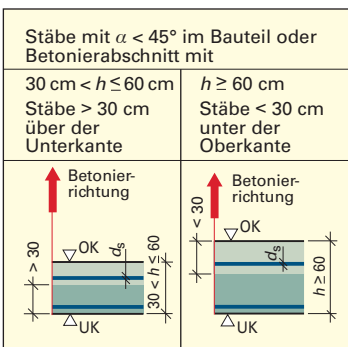


Bild 3: Mäßige Verbundbedingungen

Mäßige Verbundbedingungen ergeben sich

- für alle Stäbe, die nicht den guten Verbundbedingungen zuzuordnen sind (**Bild 3**) und
- für Stäbe in Bauteilen, die im Gleitbauverfahren hergestellt werden.

Die Verankerung von Stabenden im Beton kann durch Ausbildung von Haken, Winkelhaken und Schlaufen verkürzt werden (**Bild 4**). Die Verankerungslänge der Betonstabstähle hängt von der Betonstahlsorte, dem Stabdurchmesser, den Verbundbedingungen und der Betonfestigkeitsklasse ab.

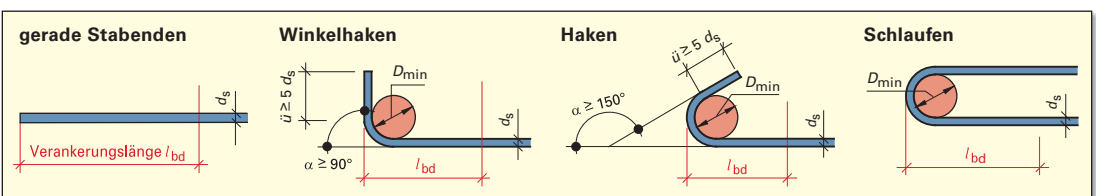


Bild 4: Verankerung von Stabenden

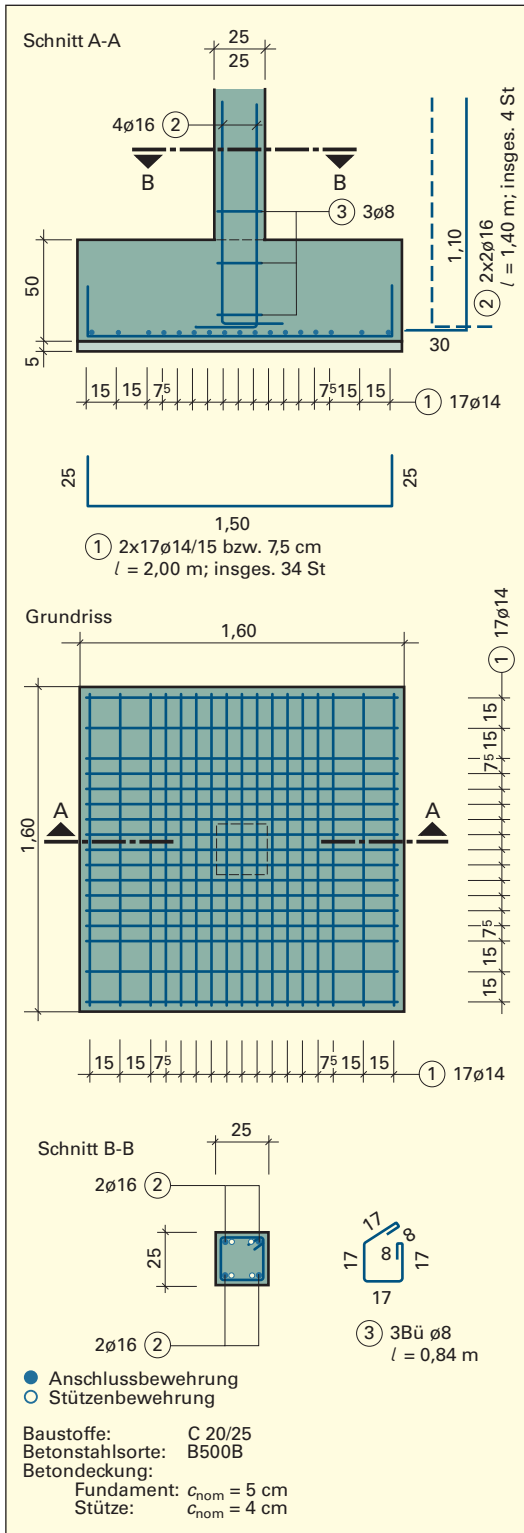


Bild 1: Bewehrungszeichnung eines Stützenanschlusses an ein Einzelfundament

Die Bewehrungszeichnung für ein Einzelfundament mit Stützenanschluss wird im Grundriss und im Schnitt gezeichnet (**Bild 1**). Bei mittig angeordneter Last haben die Fundamente meist eine quadratische Grundfläche mit der Seitenlänge b . Die Bewehrung wird in Längs- und Querrichtung über der Fundamentsohle angeordnet. Meist werden Einzelstäbe gleichen Durchmessers mit Winkelhaken an beiden Enden eingebaut. Dabei ist der Bewehrungsabstand s im Randbereich doppelt so groß wie im Mittelbereich, weil dort die Biegespannungen kleiner sind (Bild 1).

Die einzelnen Stäbe werden zunächst über die ganze Breite des Fundaments mit dem im Randbereich einzuhaltenden Abstand gezeichnet. Danach trägt man im mittleren Bereich je Zwischenraum einen weiteren Stab ein.

Die Anschlussbewehrung für die Stütze wird mit Winkelhaken versehen, damit sie mit der Fundamentbewehrung verbunden werden kann. Sie muss so weit über die Fundamentoberkante ragen, dass die Übergreifungslänge eingehalten werden kann. Der Einbau der Anschlussbewehrung erfolgt so, dass die Längsstäbe der Stütze in den Bügeln liegen können (Schnitt B-B). Zur Lagesicherung der Stäbe dienen Montagebügel.

Aufgabe

Für eine Garage soll ein quadratisches Plattenfundament für eine mittig angeordnete Stütze hergestellt werden.

- Überprüfen Sie, ob der Baugrund die auftretende Last tragen kann.
- Fertigen Sie eine Bewehrungszeichnung mit Stahlauszug an und ermitteln Sie die erforderliche Betonmenge.

Vorgaben

Fundamentabmessungen	$b = 1,50$ m, $h = 0,60$ m
Stützenabmessungen	$h = 0,30$ m, $b = 0,25$ m
Einwirkung aus der Stütze	500 kN
Baugrund	nicht bindiger Boden, $\sigma_{zul} = 250$ kN/m ²
Beton XC2	C20/25, $c_{nom} = 3,5$ cm
Betonstahlsorte	B500B
Fundamentbewehrung	$\phi 14$ mm
Stababstände	$s = 7,5$ cm/15 cm
Stützenbewehrung	$\phi 14$ mm
Bügel	$\phi 8$ mm
Übergreifungslänge	55 cm