



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Bautechnik

BAUTECHNIK nach Lernfeldern

Grundbildung

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und Ingenieuren
Lektorat: Hansjörg Frey, Dipl.-Ing.

4. Auflage

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

Europa-Nr. 45216

Autorenverzeichnis der „Bautechnik nach Lernfeldern – Grundbildung“

Ballay, Falk	Dipl.-Gewerbelehrer	Dresden
Frey, Hansjörg	Dipl.-Ing.	Göppingen
Kärcher, Siegfried	Dipl.-Gewerbelehrer, Oberstudiendirektor	Löffingen
Kuhn, Volker	Dipl.-Ing., Architekt	Höpfingen
Traub, Martin	Oberstudienrat a. D.	Essen
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

Fotonachweis zum Titelbild: privat

4. Auflage 2019, Nachdruck 2021

Druck 5 4 3 2

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

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

ISBN 978-3-8085-4530-0

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

© 2019 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Umschlaggestaltung: Blick Kick Kreativ KG, 42653 Solingen
Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Ertstadt
Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Vorwort

Das Fachbuch **„Bautechnik nach Lernfeldern – Grundbildung“** ist nach dem Rahmenlehrplan für den berufsbezogenen Unterricht an Berufsschulen aufgebaut. Nach dem Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 05.02.1999 sollen die zugeordneten Berufe in der Bauwirtschaft im 1. Ausbildungsjahr eine berufsfeldbreite Grundbildung erhalten. Die Lerninhalte dieses Buches sind deshalb für alle Auszubildenden im Berufsfeld Bautechnik gleich.

Inhalte Die einheitliche Gliederung aller Lernfelder in vier Abschnitte erleichtert die Arbeit mit diesem Buch.

- Die **Lernfeld-Einführung** soll Schülerinnen und Schülern einen Überblick über die Themen vermitteln, die in diesem Lernfeld behandelt werden.
- Die **Lernfeld-Kenntnisse** umfassen die im Lernfeld geforderten technologischen, fachmathematischen, zeichnerischen und sicherheitstechnischen Lerninhalte.
- Das **Lernfeld-Projekt** zeigt anhand einer praxisnahen Aufgabenstellung die Vorgehensweise bei der Erarbeitung der Projektlösung.
- Die **Lernfeld-Aufgaben** sind von den Schülerinnen und Schülern allein oder im Team zu bearbeiten. Sie können mit dem Fachwissen aus dem Abschnitt Lernfeld-Kenntnisse gelöst werden. Die Aufgaben sind so gestaltet, dass mehrere richtige Lösungen möglich sind. Dadurch lassen sie sich den individuellen Möglichkeiten der Schülerinnen und Schüler sowie den örtlichen Gegebenheiten der Baustelle anpassen.

Die Entwicklung der Handlungskompetenz im Sinne des Rahmenlehrplans ist vorrangiges Ziel des Unterrichts. Das eigenständige Kapitel **„Projektarbeit im Lernfeld“** soll zur Erreichung dieses Zieles beitragen. Darin finden Schülerinnen und Schüler Vorschläge, Anregungen und Arbeitshilfen für die Vorgehensweise bei der Erarbeitung von Projekten. Im Einzelnen wird dargestellt, wie Informationen beschafft und verarbeitet und wie Ergebnisse dokumentiert werden. Weiterhin werden Möglichkeiten und Hinweise für die Präsentation der Projektergebnisse gegeben.

Ausstattung Das Tabellenheft **„Grundlagen, Formeln, Tabellen, Verbrauchswerte“** enthält sowohl lernfeldspezifische als auch lernfeldübergreifende fachmathematische, technologische und zeichnerische Grundlagen und Daten, auf die sowohl im Unterricht und bei der Eigenarbeit als auch bei Klassenarbeiten und Prüfungen zurückgegriffen werden kann.

Eine dem Buch beigelegte CD-ROM **„Abbildungen, Tabellen, Grafiken“** dient als Hilfe zur Präsentation von Projektlösungen. Sie enthält auch Formulare zum Download.

Zielgruppe Die vorliegende **„Bautechnik nach Lernfeldern – Grundbildung“** eignet sich besonders für den Unterricht in der Berufsschule und in den überbetrieblichen Ausbildungsstätten sowie im Berufsgrundbildungsjahr und im Berufsvorbereitungsjahr. Durch die besondere Ausstattung und das handlungsorientierte Konzept ist der Einsatz des Buches auch geeignet in Schularten mit dem Schwerpunkt oder Profilbereich Bautechnik, wie z.B. der zweijährigen Berufsfachschule und Kollegschulen.

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

In der **3. Auflage** der **Bautechnik nach Lernfeldern – Grundbildung** konnten neben Verbesserungen in den Texten, Zeichnungen und Aufgaben auch viele durch Normänderungen bedingte Begriffsänderungen, Kurzzeichen und Tabellen neu eingeführt werden. Solche Änderungen haben sich ergeben z.B. bei Bodenarten, Berechnungen der Fundamente, Pflaster- und Plattenbelägen, dem Diagramm für den Wasserzementwert, bei Baugipsen, sowie bei Fliesen und Platten. Entsprechende Veränderungen wurden beim **Tabellenheft „Grundlagen, Formeln, Tabellen, Verbrauchswerte“** vorgenommen.

Die **4. Auflage** wurde an einigen Stellen aktualisiert.

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 Einteilung 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 Schichtenaufbau	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	3.2.5	Mauerverbände	127
2.3.4	Planung der Entwässerung	96	3.2.5.1	Regelverbände	128
2.3.5	Planung der Pflasterflächen	97	3.2.5.2	Endverbände	129
2.4	Lernfeld-Aufgaben	98	3.2.5.3	Rechtwinklige Maueranschlüsse	131
2.4.1	Umkleideanlage an einem Hotelpool	98	3.2.6	Ausführung von Mauerwerk	134
2.4.2	Hauszugang mit Garagen	99	3.2.6.1	Einrichtung des Arbeitsplatzes	134
2.4.3	Waschplatz für Baugeräte	100	3.2.6.2	Werkzeuge und Geräte	134
			3.2.6.3	Rüstzeug	134
			3.2.6.4	Mauern	135

Lernfeld 3: Mauern eines einschaligen Baukörpers

3.1	Lernfeld-Einführung	101	3.2.7	Abdichten gegen Bodenfeuchte	136
3.2	Lernfeld-Kenntnisse	102	3.2.8	Darstellungsarten	137
3.2.1	Wandarten	102	3.2.8.1	Ausführungszeichnungen	137
3.2.1.1	Tragende Wände	102	3.2.8.2	Räumliche Darstellungen	139
3.2.1.2	Nichttragende Wände	102	3.2.8.3	Aufmaßskizzen und Aufmaß	141
3.2.2	Maßordnung im Hochbau	103	3.3	Lernfeld-Projekt: Lagergebäude	143
3.2.2.1	Baurichtmaße	103	3.3.1	Arbeitsablauf	143
3.2.2.2	Rohbaumaße	103	3.3.2	Ausführungszeichnung	144
3.2.2.3	Steinformate	103	3.3.3	Steinauswahl und Baustoffbedarf	144
3.2.2.4	Mauerdicken	104	3.3.4	Mauerwerksverbände für Details	146
3.2.2.5	Mauerlängen	104	3.3.5	Abdichtung gegen Bodenfeuchte	146
3.2.2.6	Mauerhöhen	104	3.4	Lernfeld-Aufgaben	147
3.2.3	Mauersteine	106	3.4.1	Garage mit Abgrenzungsmauer	147
3.2.3.1	Mauerziegel	106	3.4.2	Wartehäuschen	147
3.2.3.2	Kalksandsteine	108	3.4.3	Vereinsheim	148
3.2.3.3	Porenbetonsteine	110			
3.2.3.4	Normalbetonsteine	111	Lernfeld 4: Herstellen eines Stahlbetonbauteils		
3.2.3.5	Leichtbetonsteine	113	4.1	Lernfeld-Einführung	149
3.2.3.6	Lehmsteine	114	4.2	Lernfeld-Kenntnisse	150
3.2.3.7	Baustoffbedarf für Mauerwerk	116	4.2.1	Bestandteile des Betons	150
3.2.4	Mauermörtel	118	4.2.1.1	Zement	150
3.2.4.1	Bindemittel	118	4.2.1.2	Gesteinskörnung	152
3.2.4.2	Gesteinskörnung	120	4.2.1.3	Zugabewasser	153
3.2.4.3	Zugabewasser	120	4.2.2	Frischbeton	154
3.2.4.4	Zusätze	120	4.2.2.1	Erhärtungsphasen	154
3.2.4.5	Mauermörtelherstellung	121	4.2.2.2	Wasserzementwert	155
3.2.4.6	Mauermörtelgruppen und Mörtelklassen	122	4.2.2.3	Konsistenz	156
3.2.4.7	Mauermörteleigenschaften	123	4.2.2.4	Expositionsklassen	158
3.2.4.8	Anwendung von Mauermörtel	123	4.2.2.5	Bestellen von Transportbeton	158
3.2.4.9	Mauermörtelberechnungen	124	4.2.2.6	Transport und Übergabe	159
			4.2.2.7	Einbau und Verdichten	159

4.2.2.8	Nachbehandeln	160	5.2.3.1	Dauerhaftigkeit	180
4.2.3	Festbeton	161	5.2.3.2	Rohdichte	181
4.2.3.1	Eigenschaften	161	5.2.3.3	Härte	181
4.2.3.2	Druckfestigkeitsklassen	161	5.2.3.4	Festigkeit	181
4.2.3.3	Prüfungen	161	5.2.3.5	Arbeiten des Holzes	181
4.2.4	Stahlbeton	162	5.2.4	Holzarten	183
4.2.4.1	Bewehrung	162	5.2.5	Handelsformen des Holzes	185
4.2.4.2	Lage und Form der Bewehrung	163	5.2.5.1	Schnittholz	185
4.2.4.3	Herstellen der Bewehrung	164	5.2.5.2	Konstruktionsvollholz	186
4.2.5	Schalung	166	5.2.5.3	Brettschichtholz	186
4.2.5.1	Schalhaut	166	5.2.5.4	Holzwerkstoffe	187
4.2.5.2	Tragkonstruktion	166	5.2.6	Holzschädlinge und Holzschutz	188
4.2.5.3	Herstellen der Schalung	167	5.2.6.1	Holzerstörende Pilze	188
4.2.5.4	Ausschalen und Pflege	169	5.2.6.2	Holzerstörende Insekten	189
4.3	Lernfeld-Projekt: Stahlbetonsturz	170	5.2.6.3	Konstruktiver Holzschutz	190
4.3.1	Anfertigen eines Schalplans	171	5.2.6.4	Chemischer Holzschutz	191
4.3.2	Planen der Schalung	171	5.2.7	Verbindungsmittel	193
4.3.3	Berechnen der Abmessungen der Schalungsteile	171	5.2.7.1	Nägeln	193
4.3.4	Anfertigen der Schalungszeichnung	172	5.2.7.2	Klammern	193
4.3.5	Erstellen der Holz- und Stückliste	172	5.2.7.3	Schrauben	194
4.3.6	Berechnen der Schalfläche	172	5.2.7.4	Dübel	195
4.3.7	Anfertigen der Bewehrungs- zeichnung	173	5.2.7.5	Stahlbleche und Stahlblechformteile	195
4.3.8	Berechnen der Schnittlängen und Anfertigen der Gewichtsliste	173	5.2.7.6	Klebstoffe	195
4.3.9	Arbeitsschritte zum Herstellen von Schalung und Bewehrung	174	5.2.8	Holzverbindungen	196
4.3.10	Planen der Betonbestellung	175	5.2.8.1	Kräfte an Knotenpunkten	196
4.3.11	Betonieren des Sturzes	175	5.2.8.2	Zimmermannsmäßige Holz- verbindungen	197
4.4	Lernfeld-Aufgaben	176	5.2.8.3	Ingenieurmäßige Holzverbindungen	199
4.4.1	Sturz über einem Garagentor	176	5.2.8.4	Holzkonstruktionen	201
4.4.2	Sturz über einer Fensteröffnung	176	5.2.9	Arbeitsplanung	203
Lernfeld 5: Herstellen einer Holz- konstruktion			5.2.9.1	Holzliste	203
5.1	Lernfeld-Einführung	177	5.2.9.2	Holzbearbeitungswerkzeuge	204
5.2	Lernfeld-Kenntnisse	178	5.2.9.3	Holzbearbeitungsmaschinen	207
5.2.1	Wirtschaftliche und ökologische Bedeutung des Holzbaus	178	5.2.9.4	Abbund	208
5.2.2	Wachstum und Aufbau des Holzes	178	5.2.9.5	Montage	209
5.2.3	Eigenschaften des Holzes	180	5.3	Lernfeld-Projekt: Infowand	212
			5.3.1	Konstruktion und Holzauswahl	212
			5.3.2	Holzverbindungen und Holz- verbindungsmittel	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	Hauseingangsüberdachung	217
5.4.3	Pergola	218
5.4.4	Gartengerätehaus	218

6.2.4.2 Abdichtungsstoffe	253
6.2.4.3 Ausführung von Bauwerks- abdichtungen	254
6.2.4.4 Baustoffbedarf	256

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, Decken- bekleidungen	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 Estrich- schichten	237
6.2.2.4	Estrichkonstruktionen nach Raum- nutzung	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

6.3 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

Projektarbeit im Lernfeld

Projektverlauf 265

Projektvorbereitung 267

Schritt 1: Gruppen einteilen.....	267
Schritt 2: Arbeitsplatz organisieren.....	267
Schritt 3: Aufgabe erfassen	268

Projektbearbeitung 268

Schritt 4: Teilaufgaben festlegen	268
Schritt 5: Ideen sammeln	268
Schritt 6: Gliederung in Aufgabengebiete . . .	269
Schritt 7: Aufgaben verteilen	269
Schritt 8: Informationen sammeln	270
Schritt 9: Informationen verarbeiten	270
Schritt 10: Vergleich mit der Aufgaben- stellung	273

Projektergebnisse 273

Schritt 11: Präsentation vorbereiten	273
Schritt 12: Präsentation	276
Schritt 13: Bewertung der Ergebnisse	277

Probleme bei der Projektbearbeitung 278

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		Frostschutzschicht	
Sand		–	geschüttet		Pflaster mit Pflasterbett	

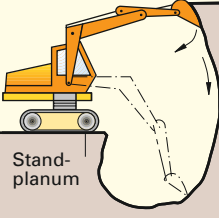
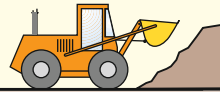
2.2.1.2 Homogenbereiche von Boden und Fels

Für die Ausführung von Erdarbeiten ist die Kenntnis von der Bearbeitbarkeit des anstehenden Baugrunds wichtig. Der Baugrund besteht aus einzelnen Boden- und Felsschichten (**Tabelle 1**). Bei der Einteilung des Baugrunds in Homogenbereiche werden eine oder mehrere Boden- oder Felsschichten zu einem Homogenbereich zusammengefasst, der sich von den Eigenschaften der angrenzenden Homogenbereiche abhebt. Für die Planung von Bauwerken sind bautechnische Eigenschaften bzw. Kennwerte in Normen festgelegt. Der Einsatz von Erdbaumaschinen und Geräten setzt vergleichbare Eigenschaften innerhalb eines Homogenbereichs voraus (**Tabelle 2**). Die Einteilung in Homogenbereiche ist in einem Baugrundgutachten festzulegen. Dazu sind Kenntnisse von der vorgesehenen Art der Bauwerke und den Bauweisen notwendig. Für das Baugrundmodell sind die Homogenbereiche Teil der Bauplanung, Bauausführung und Bauabrechnung.

Tabelle 1: Boden und Fels

Arten	Bezeichnung	Beschreibung
Boden	Oberboden	oberste Schicht des Bodens, besteht aus Humus mit Bodenlebewesen sowie aus Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemischen
	fließende Böden	flüssiger bis breiiger Boden, wasserhaltend und Böden, die das Wasser schwer abgeben
	leicht lösbare Böden	nichtbindige bis schwachbindige Böden, Sande, Kiese und Sand-Kies-Gemische mit bis zu 15% Beimengungen an Schluff und Ton
	mittelschwer lösbare Böden	Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton, bindige Böden von leichter bis mittlerer Plastizität, je nach Wassergehalt weich bis halbfest
	schwer lösbare Böden	leicht und mittelschwer lösbare Böden, jedoch mit mehr als 30% Steinen von über 63 mm Korngröße
Fels	leicht lösbarer Fels und vergleichbare Böden	Felsarten, die stark klüftig, brüchig oder verwittert sind. Böden mit über 30% Massenanteil an Blöcken
	schwer lösbarer Fels	Felsarten, die hohe Gefügesteifigkeit haben und nur wenig klüftig oder verwittert sind, Haufwerke aus großen Blöcken

Tabelle 2: Einsatz von Erdbaumaschinen und Geräten

Arbeitsgänge	Lösen	Laden	Einbauen	Verdichten
	 Standplanum Tieföffelbagger	 Radlader beim Transportieren	 Planierraupe beim Oberbodenabtrag	 Vibrationsplatte bei der Bodenverdichtung
Maschinen und Geräte	Tieföffelbagger Greifbagger Bohrgeräte Kompressor	Radlader Kettenlader Bagger aller Art	Planierraupe Kettenlader Radlader	Vibrationsplatte Stampfer Rüttelwalze

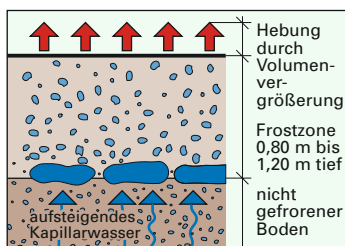


Bild 1: Frosthebung

2.2.1.3 Verhalten des Bodens bei Frost

Durchfeuchteter Boden verhält sich bei Frosteinwirkung unterschiedlich. Vorhandenes Wasser kann bis zu einer Tiefe von 0,80 m bis 1,20 m gefrieren. Dabei vergrößert sich das Volumen des Wassers um etwa 10%. Die dabei entstehenden Frostlinsen dehnen sich aus (**Bild 1**). In bindigem Boden führt diese Volumenvergrößerung zu Anhebungen des Bodens. Als Folge können Bauschäden auftreten. Bei nichtbindigem Boden bilden die Hohlräume zwischen den Körnern eine Ausdehnungsmöglichkeit.

2.2.1.4 Einwirkungen auf den Baugrund

Auf den Baugrund wirkende Gewichtskräfte (Lasten) bezeichnet man als Einwirkungen. Einwirkungen sind z. B. Eigenlasten von Baustoffen und Bauteilen sowie Nutzlasten (Verkehrslasten), wie z. B. Personen, Lagerstoffe oder Wind- und Schneelasten. Jede Bodenart hat eine bestimmte Tragfähigkeit, die nicht überschritten werden darf. Da Baugrund aus unterschiedlichen Bodenarten bestehen kann, gelten deshalb verschiedene Bemessungswerte für den Sohldruckwiderstand. Die aus den Einwirkungen erzeugte Druckspannung wird als Sohldruck σ (gesprochen: Sigma) bezeichnet und in kN/m^2 angegeben. Vereinfachte Mittelwerte für Sohldruckwiderstand $\sigma_{R,d}$ bei Flächengründungen dürfen angenommen werden, wenn man keine Grenzzustände überschreitet (**Tabelle 1**).

Tabelle 1: Bemessungswerte des Sohldruckwiderstands bei Flachgründungen (vereinfachte Mittelwerte)			
Bodenart	$\sigma_{R,d}$ in kN/m^2	Bodenart	$\sigma_{R,d}$ in kN/m^2
Nichtbindige Böden, fest gelagert		Fels mit geringer Klüftung, unverwittert, mit geschlossener Schichtenfolge	
Fein- und Mittelsand bis zu 1 mm Korngröße	200	– von geringer Festigkeit	1000
Grobsand von 1 mm bis 3 mm Korngröße	300	– in fester Beschaffenheit	1500
Kiessand mit mind. 1/3 Raumteilen Kies und Kies bis 70 mm Korngröße	700	– in massiger Ausbildung, gesund	4000
Bindige Böden (Lehm, Ton, Mergel)	$\sigma_{R,d}$ in kN/m^2	Eigenschaften bindiger Böden	
breiig	–	– quillt beim Pressen in der Faust durch die Finger;	
weich	40	– lässt sich leicht kneten;	
steif	80	– lässt sich schwer kneten, aber in der Hand zu 3 mm dicken Röllchen ausrollen ohne zu reißen oder zu zerbröckeln;	
halbfest	150	– bröckelt und reißt beim Ausrollen der 3 mm dicken Röllchen, ist so feucht, dass er sich zu einem Klumpen formen lässt;	
fest	300	– ist ausgetrocknet, nicht mehr knetbar und zerbricht. Ein Zusammenballen der Teile ist nicht mehr möglich.	
gemischtkörnig	150 bis 500		

Bei tieferen Fundamenten ist die Einbindetiefe in das Erdreich zu berücksichtigen. Unter der Einbindetiefe versteht man das Maß von der Fundamentsohle bis zur Baugrubensohle (**Bild 1**). Die entstehende Reibung zwischen Fundamentwandung und Fundamentgraben verringert den Sohldruck $\sigma_{E,d}$ an der Fundamentsohle. Der Sohldruck $\sigma_{E,d}$ wird aus dem Verhältnis von Auflast zu Auflagerfläche ermittelt.

$$\text{Sohldruck} = \frac{\text{Einwirkung (Auflast)}}{\text{Fundamentfläche}}$$

$$\sigma_{E,d} = \frac{F}{A} \quad \text{in } \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Damit die Bemessungswerte des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ nicht überschritten werden, muss für die Lastübertragung eine entsprechend große Fundamentfläche vorhanden sein. Die erforderliche Fundamentfläche wird aus dem Verhältnis von Auflast und Sohldruckwiderstand $\sigma_{R,d}$ errechnet.

$$\text{erforderliche Fundamentfläche} = \frac{\text{Einwirkung (Auflast)}}{\text{Sohldruckwiderstand } \sigma_{R,d}}$$

$$A_{\text{erf}} = \frac{F}{\sigma_{R,d}} \quad \text{in } \frac{\text{kN} \cdot \text{m}^2}{\text{kN}}$$

Bei kleinerem Sohldruckwiderstand $\sigma_{R,d}$ ist daher eine große Auflagerfläche, bei größerem Sohldruckwiderstand $\sigma_{R,d}$ und gleicher Auflast eine kleinere Auflagerfläche notwendig. Wird der Sohldruckwiderstand $\sigma_{R,d}$ überschritten und damit der Baugrund zu hoch belastet, kann es zu Setzungen des Bauwerks kommen (**Bild 2**). Sind diese Setzungen ungleichmäßig, führt dies meist zu Bauschäden. Das Holstentor in Lübeck, fertiggestellt 1477, hat sich z. B. um 1,50 m gesetzt. Weitere Bauschäden können durch Grundbruch eintreten (**Bild 3**). Dabei weicht der Baukörper entlang einer Gleitfuge, z. B. bei unterschiedlichen Bodenschichten, seitlich aus und das Bauwerk sinkt ein oder kippt.

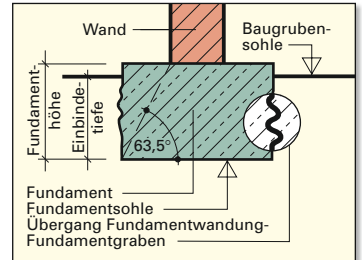


Bild 1: Einbindetiefe

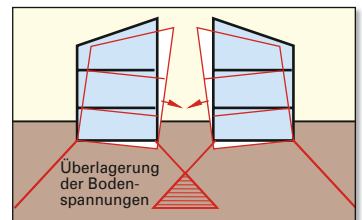


Bild 2: Setzung, ungleichmäßig

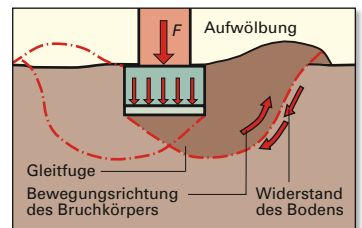


Bild 3: Grundbruch

2.2.2 Baugrube

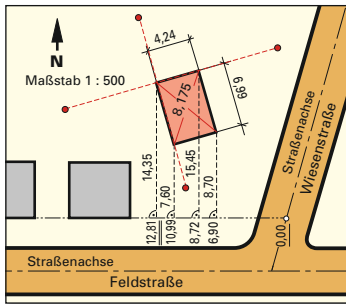


Bild 1: Bauabsteckungsplan

2.2.2.1 Vermessung

Das geplante und im Lageplan dargestellte Bauwerk muss auf das Baugelände übertragen werden. Dazu markiert man die Eckpunkte des Bauwerks auf dem Baugrundstück durch Pflöcke. Die notwendigen Maße sind dem Lageplan oder einem besonderen **Bauabsteckungsplan** zu entnehmen (Bild 1).

Zur genauen Festlegung des Gebäudegrundrisses dient das **Schnurgerüst**. Dazu wird an jeder Gebäudeecke ein Schnurgerüstbock senkrecht und unverrückbar in den Boden eingegraben, eingeschlagen oder mit Stativbeinen aufgestellt (Bild 2).

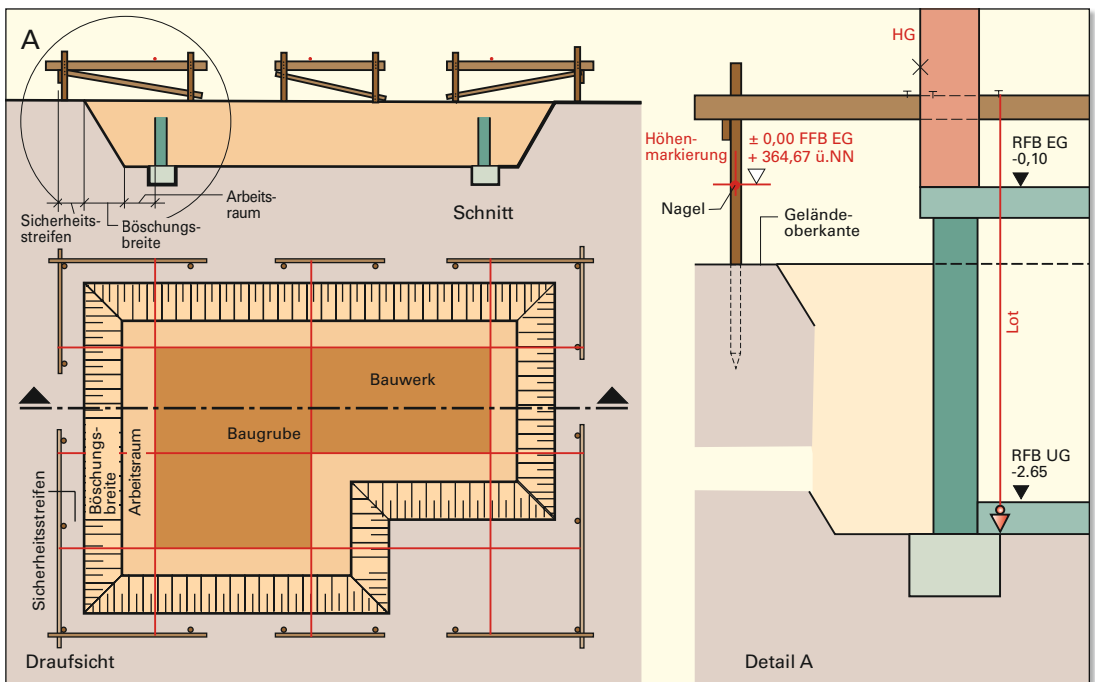


Bild 2: Schnurgerüst

Der Abstand der Böcke von den Gebäudeecken ergibt sich aus der Summe von Arbeitsraumbreite, Böschungsbreite und einem ausreichend breiten Sicherheitsstreifen an der oberen Böschungskante der Baugrube (Seite 60). An den Böcken werden rechtwinklig zueinander Bretter oder Bohlen waagrecht etwa 50 cm über der späteren Fußbodenhöhe des Erdgeschosses befestigt. Gegenüberliegende Bretter oder Bohlen werden gleich hoch angebracht. Die Bohlenpaare zur Markierung der Längsflucht des Gebäudes setzt man tiefer als die Bohlenpaare für die Gebäudebreite, um Maßungenauigkeiten durch Reiben von durchhängenden Drähten zu verhindern.

Nach der Fertigstellung des Schnurgerüsts schneidet der Vermessungsingenieur die Maße des Gebäudes nach Lageplan ein. Er markiert an den Bohlen mithilfe sich kreuzenden Nägeln oder Linien die äußerste Wandflucht des Erdgeschossgrundrisses. Die äußere Ge-

Aufgabe

Berechnen Sie den Abstand der Gerüstböcke vom Gebäude für eine 1,90 m tiefe Baugrube bei Bodenklasse 5.

Lösung:

Schalungsdicke der Kelleraußenwand	0,15 m
Arbeitsraumbreite	0,60 m
Böschungsbreite bei Bodenklasse 5	
$b = 0,58 \cdot 1,90 \text{ m}$	1,10 m
Sicherheitsstreifen	0,60 m

Abstand der Böcke vom Gebäude	2,45 m
--------------------------------------	---------------

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).

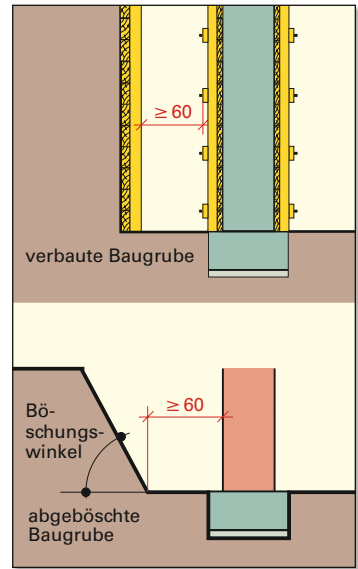


Bild 1: Arbeitsraum bei verbauter und abgeböschter Baugrube

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			
	schwer lösbarer Fels	Felsarten mit hoher Gefügefestigkeit, Haufwerke aus großen Blöcken mit Korngrößen über 630 mm		40 bis 50	1,40 bis 1,50

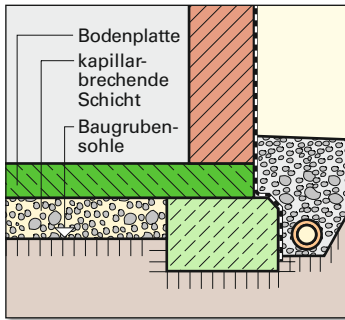


Bild 1: Beispiel für die Lage der Baugrubensohle

Die **Tiefe der Baugrube** ist abhängig von der Höhenlage des Bauwerks sowie der Konstruktion von Fundament und Bodenplatte (**Bild 1**). Zur Bestimmung der Baugrubentiefe wird von der Oberkante Fertigfußboden im Erdgeschoss des Gebäudes (OK FFB EG) ausgegangen. Dieses Maß ist am Schnurgerüst markiert. Ein Lasergerät kann auf diese Höhe eingestellt werden, so dass der Reflektor, z.B. am Baggerarm, dem Baggerfahrer das Erreichen der vorgegebenen Tiefe an jeder Stelle der Baugrubensohle mit einem Signalton anzeigt. Dies macht eine waagerechte, ebene und profilgerechte Baugrubensohle möglich.

Zur Berechnung des Baugrubenaushubs wird das Volumen der Baugrube mit der Simpson'schen Formel festgestellt:

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

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

Mithilfe der Auflockerung in % oder als Faktor lässt sich das abzufahrende Aushubvolumen berechnen (Tabelle 1, Seite 59).

Das **Verfüllen des Arbeitsraums** hat mit geeignetem Boden zu geschehen. Dabei erfolgt der Einbau und die Verdichtung des Bodens lagenweise in Schichten bis zu 50 cm Dicke über der eingebauten und abgedeckten Dränung.

2.2.2.3 Sicherung der Baugrube

Offene Baugruben müssen bis zum Verfüllen des Arbeitsraumes vor Einsturz oder Nachrutschen von Boden durch anhaltende Niederschläge, wasserführende Schichten, Frost, Erschütterungen sowie Belastungen der Baugrubenkante geschützt werden. Es sind deshalb die entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften einzuhalten.

Bei allen Baugruben ist immer ringsum ein **Schutzstreifen** (Sicherheitsstreifen) von 60 cm Breite freizuhalten. Dabei soll vermieden werden, dass durch die Belastung mit Aushub der Baugrubenrand einbrechen kann und der dort gelagerte Aushub nicht in die Baugrube zurückrollen kann sowie ein ausreichend breiter Arbeitsraum um die Baugrube sichergestellt ist.

Baugruben **bis 1,25 m Tiefe** müssen nicht verbaut werden.

Baugruben die **tiefer als 1,25 m** sind, müssen je nach Art des Bodens durch Abböschung oder durch Verbau gesichert werden (**Bild 2**). Bei standfestem Boden kann der über 1,25 m Tiefe hinausgehende Teil mit 45° sowie durch andere Möglichkeiten abgeböscht werden oder die Böschungskante 50 cm breit durch eine Saumbohle gesichert sein (Bild 2). Diese muss bis 2,00 m Tiefe 5 cm, bei einer Tiefe über 2,00 m 10 cm über die Baugrubenkante überstehen.

Sind Baugruben **tiefer als 1,75 m**, müssen diese immer dem Baufortschritt entsprechend vollständig verbaut werden (**Tabelle 1, Seite 61**). Dazu bieten sich Spundwände und Trägerbohlwände an (**Bild 1, Seite 61**). Weitere Verbaumöglichkeiten sind massive Verbauarten, wie z.B. Ortbetonwände, Schlitzwände und Pfahlwände aus Ortbeton- oder Fertigpfählen. Baugrubenböschungen lassen sich auch durch Spritzbetonbauweisen sichern.

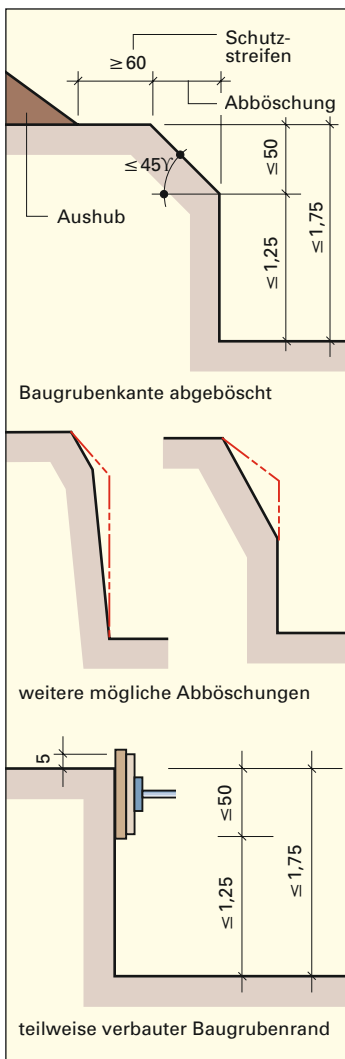


Bild 2: Baugrubensicherung bei einer Tiefe von 1,25 m bis 1,75 m

2.2.3.4 Kraft, Last und Spannung

Auf jeden Baukörper wirkt eine Vielzahl von **Kräften**, z. B. Druckkräfte. Solche Kräfte nennt man im Bauwesen **Lasten**; in der Norm werden sie als **Einwirkungen** bezeichnet. Solche Einwirkungen sind z. B. Eigenlasten und Nutzlasten (**Bild 1**). Diese Lasten werden über Wände und Stützen auf Fundamente übertragen und in den Baugrund abgeleitet.

Wirkt eine Last auf ein Bauteil, z. B. die Bauwerkslast auf das Fundament, so setzen Zusammenhangskräfte (Kohäsion) des Baustoffs im Fundament dieser Einwirkung einen Widerstand entgegen. Diesen inneren Widerstand bezeichnet man als **Spannung** σ (gesprochen: Sigma). Die Größe der Spannung ist abhängig von der Größe der Einwirkung und der Größe der lastübertragenden Fläche.

$$\text{Spannung} = \frac{\text{Last}}{\text{Fläche}}$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\begin{array}{l} F \text{ in kN} \\ A \text{ in m}^2 \\ \sigma \text{ in kN/m}^2 \end{array}$$

Um Bauschäden, wie z. B. Verformungen und Risse, zu vermeiden und um die Standsicherheit des Bauwerks zu gewährleisten, dürfen Bauteile nicht bis zur Bruchspannung belastet werden. Deshalb werden für Baustoffe Höchstwerte für ihre Beanspruchung festgelegt, die man als **Sohldruckwiderstand** $\sigma_{R,d}$ bezeichnet. Zur Aufnahme von **Sohldruck** bei Gründungen eignet sich besonders unbewehrter Beton und Stahlbeton.

Ein Fundament wird von dem darüber liegenden Bauteil auf den Baugrund gedrückt (**Bild 2**). Die im Fundament vorhandenen Einwirkungen erzeugen an der Fundamentsohle Druckspannungen im Baugrund, die man als **Sohldruck** bezeichnet. Damit der Sohldruckwiderstand nicht überschritten wird, kann die Fundamentfläche (Sohlfläche) vergrößert werden. Bei Streifenfundamenten erfolgt die Berechnung des Sohldrucks immer für 1 Meter Fundamentlänge. Aus Sicherheitsgründen muss durch den **Spannungsnachweis** überprüft werden, ob der Sohldruck geringer oder höchstens gleich dem Sohldruckwiderstand ist. Die Werte für die zulässige Bodenpressung sind in Tabellen festgelegt (Tabelle 1, Seite 55).

$$\text{Sohldruck } \sigma_{E,d} \leq \text{Sohldruckwiderstand } \sigma_{R,d}$$

Man nimmt an, dass die Druckverteilung im Boden unter einem Druckverteilungswinkel von 45° erfolgt. Die im Boden entstehende Spannung verteilt sich jedoch in einer zwiebelähnlichen Form unter dem Fundament. Dabei ergeben sich Linien gleich großer Druckspannungen, Isobaren genannt. Der Verlauf dieser Isobaren wird auch als **Druckzwiebel** bezeichnet (**Bild 3**). Aus dem Isobarenverlauf ist ersichtlich, dass die Druckspannungen unter der Mitte des Fundaments am tiefsten in den Baugrund hineinreichen. Bei Einzelfundamenten sind die Spannungen in einer Tiefe von etwa der doppelten Fundamentbreite fast abgeklungen. Bei Streifenfundamenten hingegen ist die Tiefe von etwa der dreifachen Fundamentbreite erforderlich. Isobaren verschiedener Fundamente dürfen sich nicht überlagern, da im Schnittbereich die zulässigen Bemessungswert für den Sohlwiderstand überschritten werden kann. Dies kann zu Bauschäden führen (Seite 55).

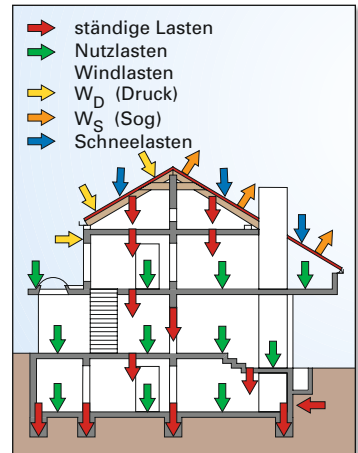


Bild 1: Einwirkungen auf ein Bauwerk

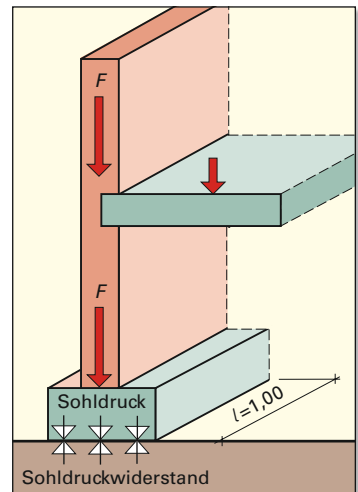


Bild 2: Kräfte auf ein Fundament

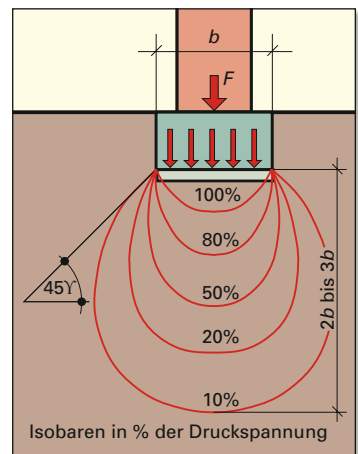
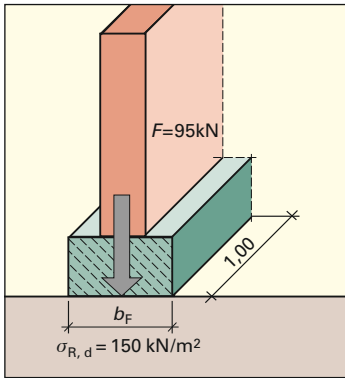


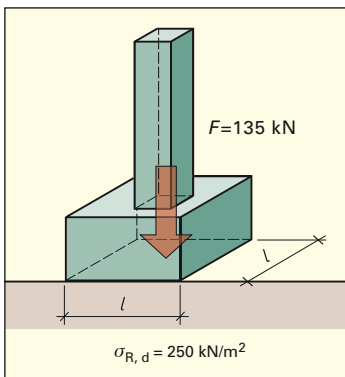
Bild 3: Druckspannungen unter einem Fundament

Beispiel

Ein unbewehrtes, mittig belastetes **Streifenfundament** hat Einwirkungen einschließlich Eigenlast auf 1,0 m Länge von $F = 95 \text{ kN}$ zu übertragen. Der Baugrund besteht aus einem bindigen, halbfesten Boden mit einem Sohldruckwiderstand von 150 kN/m^2 . Es ist die notwendige Fundamentbreite zu errechnen und der Nachweis zu führen, dass der Boden diese Last aufnehmen kann (**Bild 1**).

**Bild 1: Streifenfundament****Beispiel**

Das quadratische **Stützenfundament** hat eine Last von 135 kN aufzunehmen (**Bild 2**). Der bindige Boden des Baugrunds hat höchstens einen Sohldruckwiderstand von 250 kN/m^2 . Es ist die erforderliche Auflagefläche der Fundamentsohle zu berechnen sowie die Seitenlänge des Fundaments. Kann die Last vom Baugrund aufgenommen werden?

**Bild 2: Stützenfundament**

Lösung:

Berechnung der Fundamentbreite

$$\text{Sohldruckwiderstand} = \frac{\text{Einwirkung (Auflast)}}{\text{Fundamentfläche}}$$

$$\text{erf. Fundamentfläche} = \frac{\text{Einwirkung}}{\text{Sohldruckwiderstand}} \quad A_{\text{erf}} = \frac{95 \text{ kN}}{150 \text{ kN/m}^2}$$

$$A_{\text{erf}} = 0,633 \text{ m}^2$$

$$\text{erf. Fundamentbreite} = \frac{\text{erf. Fundamentfläche}}{1,00 \text{ m Fundamentlänge}} \quad b_{\text{erf}} = 0,633 \text{ m}$$

Gewählte Fundamentbreite $b_{\text{erf}} = 0,65 \text{ m}$ **Vereinfachter Sohldrucknachweis in Regelfällen**

$$\text{Bemessungswert des Sohldrucks} \leq \text{Bemessungswert des Sohldruckwiderstands}$$

$$\sigma_{E,d} = \frac{95 \text{ kN}}{1,00 \text{ m} \cdot 0,65 \text{ m}}$$

$$\sigma_{E,d} = 146 \text{ kN/m}^2 \leq \sigma_{R,d} = 150 \text{ kN/m}^2$$

Lösung:

Berechnung der Seitenlänge des Stützenfundaments

$$\text{Sohldruckwiderstand} = \frac{\text{Einwirkung (Auflast)}}{\text{erf. Fundamentfläche}}$$

$$A_{\text{erf}} = \frac{\text{Einwirkung}}{\text{Sohldruckwiderstand}} \quad A_{\text{erf}} = \frac{135 \text{ kN}}{250 \text{ kN/m}^2}$$

$$A_{\text{erf}} = 0,54 \text{ m}^2$$

$$l_{F,\text{erf}} = \sqrt{A}$$

$$l_{\text{erf}} = \sqrt{0,54 \text{ m}^2}$$

$$l_{F,\text{erf}} = 0,73 \text{ m}$$

Gewählte Seitenlänge des Stützenfundaments $l_F = 0,75 \text{ m}$ **Vereinfachter Sohldrucknachweis in Regelfällen**

$$\text{Bemessungswert des Sohldrucks} \leq \text{Bemessungswert des Sohldruckwiderstands}$$

$$\sigma_{E,d} = \frac{135 \text{ kN}}{0,75 \text{ m} \cdot 0,75 \text{ m}}$$

$$\sigma_{E,d} = 241 \text{ kN/m}^2 \leq \sigma_{E,d} = 250 \text{ kN/m}^2$$

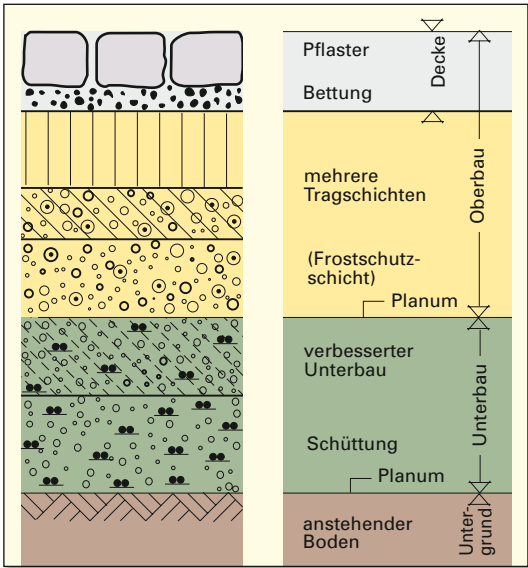


Bild 1: Bauweise von Pflasterdecke

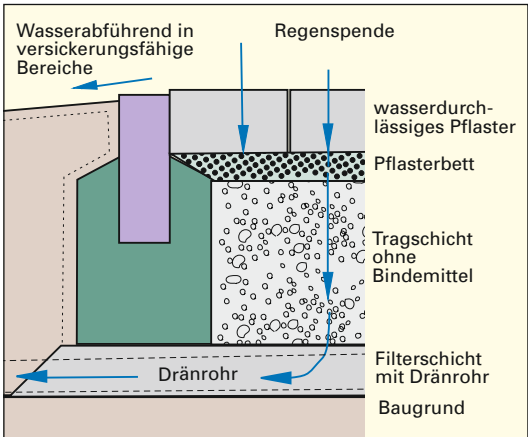


Bild 2: Wasserableitung seitlich in versickerungsfähige Bereiche

2.2.5 Pflaster- und Plattenbeläge

Gebäude brauchen einen Zugang, der begangen oder befahren wird. Der Zugang ist eine befestigte Fläche, die als Verkehrsfläche bezeichnet wird.

Verkehrsflächen müssen eben und dauerhaft sein, dürfen sich nicht verformen, z.B. bei Belastungen mit Fahrzeugen, und müssen jederzeit unfallfrei begangen und befahren werden können.

2.2.5.1 Untergrund und Schichtenaufbau

Der Schichtenaufbau für Pflaster- und Plattenbeläge beginnt auf dem Untergrund (**Bild 1**).

Als **Untergrund** im Straßenbau bezeichnet man den gewachsenen Boden (Baugrund). Um die Tragfähigkeit des Untergrunds zu erhöhen, kann er mit Rüttelgeräten verdichtet werden, jedoch nur so viel wie nötig, damit so viel wie möglich an Wasserdurchlässigkeit erhalten bleibt.

Die Oberfläche des fertig verdichteten und eingeebneten Untergrunds wird als **Planum** bezeichnet. Auf dem Planum wird der Unterbau und der Oberbau samt Oberflächenbelag aufgebaut.

Ein **Unterbau** ist notwendig, wenn der Untergrund nicht gewachsen ist oder aufgelockert wurde. Der richtig eingebrachte und eventuell verdichtete Unterbau aus Kies- oder Schotterfüllung gewährleistet eine ausreichende Tragfähigkeit.

Ist im Untergrund keine ausreichende Versickerung des Oberflächenwassers gegeben, muss das durch den Pflaster- oder Plattenbelag in die Tragschichten durchsickernde Wasser seitlich in versickerungsfähige Bereiche abgeführt werden (**Bild 2**). Dies geschieht durch eine Filterschicht oder durch Dränrohre. Ein Trennvlies deckt den Unterbau ab, damit das Eindringen von Feinteilen verhindert wird. Das seitlich abgeführte Sickerwasser wird in Dränrohren oder Rigolen (Entwässerungsgräben) zu Versickerungsflächen weitergeleitet.

Tabelle 1: Bauweisen für Rad- und Gehwege (Dicken in cm)											
Bauweisen mit		Pflasterdecke		Plattenbelag		Bauweisen mit		Pflasterdecke		Plattenbelag	
Dicke des frostsicheren Oberbaues		30	40	30	40	Dicke des frostsicheren Oberbaues		30	40	30	40
Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material						Schotter- oder Kiestragschicht auf Planum					
Decke						Decke					
Schotter- oder Kiestragschicht		15		15		Schotterschicht, Kiestragschicht oder kombinierte Frostschutz- und Tragschicht		12		12	
Schicht aus frostunempfindlichem Material		27		27							
Dicke der Tragschicht aus frostunempfindlichem Material		–	13	–	13	Dicke der Schotter- oder Kiestragschicht		18	28	18	28

Der **Oberbau** umfasst eine oder mehrere Tragschichten sowie den Pflaster- oder Plattenbelag. Er muss in seiner gesamten Dicke frostsicher sein. Für die Festlegung der Schichtdicken ist die Beurteilung des Untergrundes auf Wasserdurchlässigkeit und damit auf Frostunempfindlichkeit wichtig. Die Frostempfindlichkeitsklassen F1, F2 und F3 geben Richtwerte für die Mindestdicke von Tragschichten an (**Tabelle 1**). Bei möglicher Frosteinwirkung und ungünstigen Entwässerungsverhältnissen sind Mehrdicken der Tragschicht bis 15 cm notwendig.

In den **Richtlinien** für die **Standardisierung des Oberbaus** von Verkehrsflächen (**RStO**) sind Schichtdicken für den Aufbau von Pflaster- und Plattenbelägen vorgegeben (**Tabelle 2**). Die Schichtdicken sind auch bei privaten Verkehrsflächen einzuhalten. Die Einstufung der Verkehrsflächen in **Belastungsklassen** hängt von der zu erwartenden Verkehrsbelastung durch den Schwerverkehr ab. Private Verkehrsflächen wie z.B. Hauseingänge oder Garagenzufahrten sind meist den Belastungsklassen Bk 1,0 und Bk 0,3 zugeordnet. Die dort vorgeschriebenen Bauweisen berücksichtigen die örtlich vorkommenden Baustoffe wie z.B. Kies oder Schotter und Kombinationen davon. Für Rad- und Gehwege gibt es weniger aufwendige Bauweisen (**Tabelle 1**, Seite 84).

Die **Frostschuttschicht** ist häufig die unterste Tragschicht. Sie muss als kapillarbrechende Schicht das Aufsteigen von Wasser aus dem Untergrund oder aus dem Unterbau weitgehend verhindern und als Sickerschicht von oben eindringendes Wasser rasch absickern lassen. Für Frostschuttschichten wird gebrochener Naturstein, z.B. Schotter, Splitt oder Brechsand sowie ungebrochener Naturstein, z.B. Kies oder Sand, verwendet. Diese Mineralstoffe müssen frostunempfindlich und auch in verdichtetem Zustand ausreichend wasserdurchlässig sein. Mit der Frostschuttschicht werden die Neigungsdifferenzen zwischen dem Verkehrsbelag und dem Planum hergestellt. Es ist darauf zu achten, dass an allen Stellen die Mindestdicken eingehalten werden.

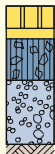
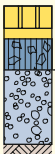
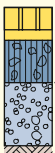
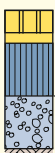
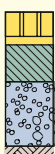
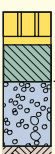
Tragschichten müssen die Belastungen aus dem Verkehr aufnehmen und schadlos auf die untergelagerten Schichten ableiten können. Alle Tragschichten werden auf einer Frostschuttschicht oder einer Tragschicht aus frostunempfindlichen Baustoffen aufgebaut. Bei den Tragschichten unterscheidet man ungebundene und gebundene Tragschichten.

- **Ungebundene Tragschichten** werden ohne Bindemittel aus Schotter und Kies hergestellt. Sie sind wasserdurchlässig und daher frostunempfindlich (Tabelle 1).
- **Gebundene Tragschichten** enthalten Bitumen als Bindemittel oder hydraulische Bindemittel wie Baukalk oder Zement.

Tabelle 1: Richtwerte für die Mindestdicke von Tragschichten

Untergrund	Nutzung für Belastungsklasse Bk 1,0 u. Bk 0,3	Frostempfindlichkeitsklasse	Schichtdicke	Radwege, Gehwege
wasserdurchlässig, nicht frostempfindlich	Anliegerstraße, befahrbarer Wohnweg, auch mit Lkw-Anlieferung	F1	40 cm	30 cm
bedingt oder nicht wasserdurchlässig, frostempfindlich		F2	50 cm	40 cm
		F3	60 cm	50 cm

Tabelle 2: Bauweisen mit Pflasterdecken für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau (Dicken in cm)

Belastungsklasse	Bk 1,0				Bk 0,3			
Dicke des frostsicheren Oberbaues	45	55	65	75	35	45	55	65
Schottertragschicht auf Frostschuttschicht								
Pflasterdecke								
Schottertragschicht	20				15			
Frostschuttschicht	32				27			
Dicke der Frostschuttschicht	-	-	33	43	-	18	28	38
Kiestragschicht auf Frostschuttschicht								
Pflasterdecke								
Kiestragschicht	25				20			
Frostschuttschicht	37				32			
Dicke der Frostschuttschicht	-	-	28	38	-	-	23	33
Schotter- oder Kiestragschicht auf frostunempfindlichem Material								
Pflasterdecke								
Schotter- oder Kiestragschicht	30				25			
Tragschicht aus frost-unempfindlichem Material	42				37			
Dränbetontragschicht auf Frostschuttschicht								
Pflasterdecke								
Dränbetontragschicht (DBT)	15				15			
Frostschuttschicht	27				27			
Dicke der Frostschuttschicht	18	28	38	48	-	18	28	38

2.4.2 Doppelgarage, Entwässerung, Pflasterbelag

Für ein bestehendes Wohngebäude ist eine Doppelgarage zu erstellen. Gleichzeitig muss die Abwasserableitung vom Mischverfahren auf das Trennverfahren umgestellt werden. Der Hauszugang und die Stellplatzfläche sollen einen Pflasterbelag erhalten (**Bild 1**).

- Die Fundamente sollen in Stahlbeton ausgeführt werden. Planen Sie die Streifenfundamente und die durchgehende Bodenplatte. Berechnen Sie dafür alle benötigten Baustoffmengen.
- Nach Änderung der Abwassersatzung hat die Gemeinde einen zusätzlichen Kanal für das Regenwasser (Niederschlagswasser) in der Straße verlegt. Der bisher für Mischwasser MW genutzte Kanal wird zum Schmutzwasser umgewidmet. Die Haus- und Grundstücksentwässerung ist entsprechend anzupassen. Planen Sie die getrennte Ableitung von Schmutzwasser und Regenwasser und berechnen Sie die für die Regenwasserableitung notwendigen Höhenmaße zur normgerechten Verlegung der Rohrteile. Fertigen Sie eine Bestellliste für die Formteile.
- Planen Sie für den Hauszugang und den Stellplatz vor den Garagen einen Pflasterbelag. Die Abgrenzung zu den Pflanzflächen soll mit einer Randeinfassung erfolgen. Berechnen Sie alle dazu notwendigen Baustoffe.

Alle Zeichnungen sind normgerecht und im M 1:50 zu fertigen und alle Berechnungen schriftlich zu belegen.

Ausführungshinweise

Fundamente

Stahlbeton C16/20

Fundamentbreite $b_F = 45$ cm

frostfreie Tiefe 0,80 m

Bodenplatte

durchgehende Bodenplatte

Stahlbeton C20/25, $h = 16$ cm

Verbundstrich $d = 4$ cm

Grundstücksentwässerung

Schmutzwasserkanal SW aus

Steinzeugrohren, Regenwasserkanal

RW aus Kunststoffrohren

Ortsentwässerung

SW-Kanal DN 300 liegt tiefer

als RW-Kanal DN 400

Achsabstand der Kanäle 80 cm

Kontrollschacht KS DN 1000

Pflasterbelag

Frostschuttschicht und kombinierte

Tragschicht unter dem Pflasterbelag

Stellplatzfläche schließt zur Straße hin mit Gefälle von 2% des gesamten Belags zur Straße hin

Belag Hauseingang 1%, Quergefälle zur Pflanzfläche hin

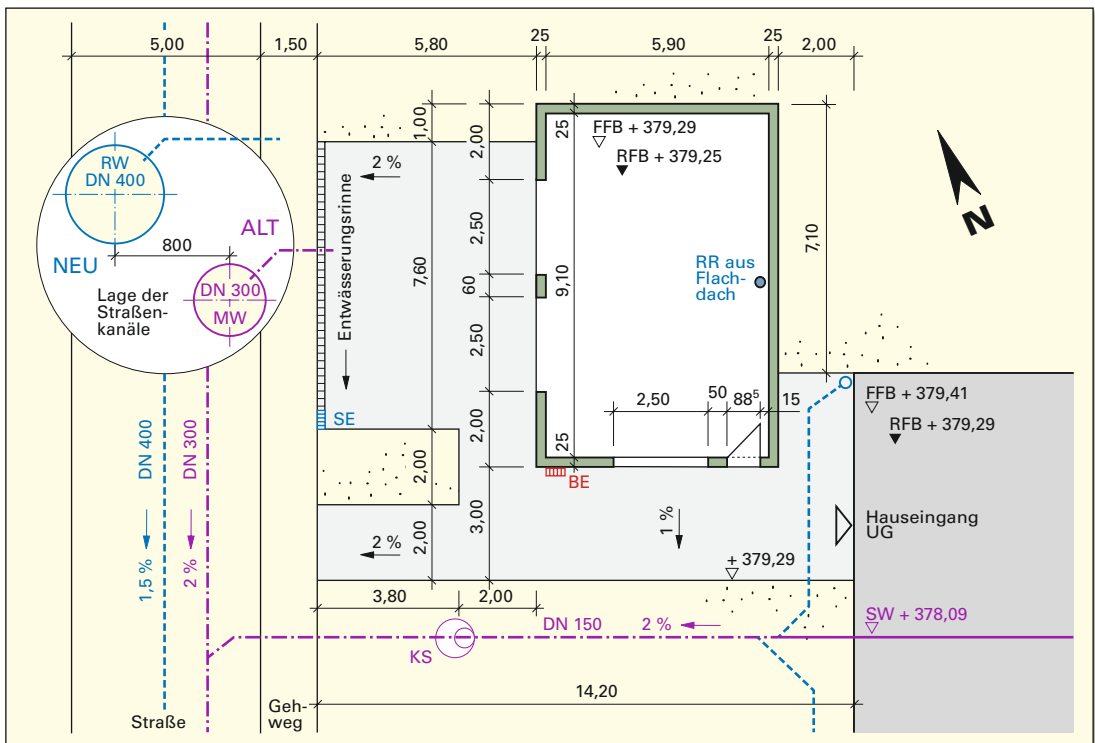


Bild 1: Garage, Hauszugang, Entwässerung (Planung)

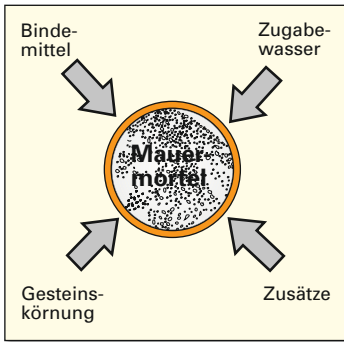


Bild 1: Mörtelbestandteile

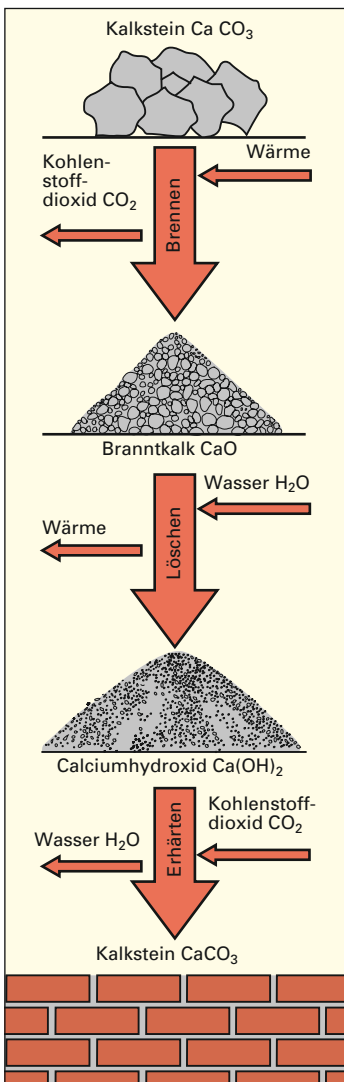


Bild 2: Herstellen und Erhärtens von Luftkalken

3.2.4 Mauermörtel

Mauermörtel ist ein Gemisch aus einem oder mehreren Bindemitteln, Gesteinskörnungen, gegebenenfalls Zusatzmitteln oder Zusatzstoffen sowie Zugabewasser (**Bild 1**). Mauermörtel hat die Aufgabe, die einzelnen Steine über Lager- und Stoßfugen oder nur über Lagerfugen zu Mauerwerk zu verbinden. Die statischen und bauphysikalischen Eigenschaften des Mauerwerks werden durch die Verbindung von bestimmten Steinen mit bestimmten Mauermörteln festgelegt. Maßdifferenzen der Steine werden durch Mauermörtel ausgeglichen.

3.2.4.1 Bindemittel

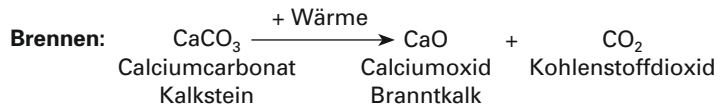
Bindemittel sind mineralische Stoffe, die auf Grund chemischer Vorgänge erhärten. Sie sollen die Gesteinskörner umhüllen und diese fest und dauerhaft verbinden. Als Bindemittel für Mauermörtel werden Baukalke, Zemente, Mischbinder sowie Putz- und Mauerbinder verwendet.

Baukalke

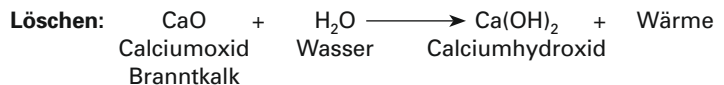
Man unterscheidet Luftkalke und hydraulische Kalke (**Tabelle 2**, Seite 119).

Luftkalke erhärten langsam an der Luft. Ohne Luftzufuhr, z.B. unter Wasser, können sie nicht erhärten.

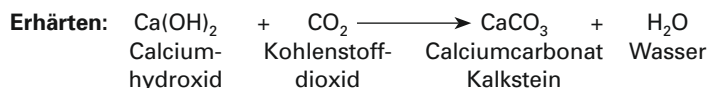
Kalkstein (CaCO_3) oder Dolomitkalk werden aufbereitet und in Drehrohröfen bei Temperaturen unter 1250°C gebrannt. Dabei wird Kohlenstoffdioxid (CO_2) ausgetrieben. Es entsteht **Calciumoxid (CaO)**, das als **ungelöschter Kalk** bezeichnet wird.



Den Brantkalkstücken setzt man durch Überbrausen soviel Wasser zu, bis diese zu feinem Pulver zerfallen. Diesen Vorgang nennt man Löschen. Dabei verbindet sich Brantkalk unter Wärmeentwicklung mit Wasser zu **Calciumhydroxid (Ca(OH)_2)**, das als **gelöschter Kalk** oder auch als Kalkhydrat bezeichnet wird.



Beim Erhärten von Mauermörtel nimmt das Kalkhydrat **Kohlenstoffdioxid (CO_2)** aus der Luft auf. Es entstehen Kalkstein und Wasser.



Das freiwerdende Wasser im Mauerwerk wird als Baufeuchte bezeichnet und trocknet langsam aus. Durch Zufuhr von Wärme und Kohlenstoffdioxid kann der Erhärtungsvorgang des Mauermörtels und das Austrocknen des Bauwerkes beschleunigt werden (**Bild 2**).

Mauermörtel aus Luftkalken sind geschmeidig und lassen sich deshalb gut verarbeiten. An Festmörtel wird nach Norm keine Anforderung an die Druckfestigkeit gestellt.

Luftkalke werden als Weißkalk und Dolomitskalk in verschiedenen Lieferformen gehandelt (**Tabelle 1** und **Tabelle 2**).

Tabelle 1: Luftkalke			
Arten	Kurzzeichen	Arten	Kurzzeichen
Weißkalk 90	CL 90	Dolomitskalk 85	DL 85
Weißkalk 80	CL 80	Dolomitskalk 80	DL 80
Weißkalk 70	CL 70		

Normbezeichnung: **Weißkalk DIN EN 459 – 1 CL 90-30 S**
bezeichnet einen Weißkalk als Kalkhydrat in Pulverform mit einem Anteil von $\geq 90\%$ Kalkhydrat CAO und $\geq 30\%$ MgO.

Hydraulische Kalke

Durch Brennen von **tonhaltigem Kalkstein** (Mergel), nachfolgendem Löschen und Mahlen entstehen Hydraulische Kalke. Sie enthalten Calciumhydroxide sowie Calciumsilikate und Calciumaluminat. Man nennt sie **Natürliche Hydraulische Kalke (NHL)**.

Die Erhärtung von Mörtel mit Hydraulischen Kalken erfolgt auch ohne Luftzufuhr, z. B. unter Wasser. Die **Silikate (SiO_2)**, **Aluminate (Al_2O_3)** und eventuell beigemischte **Eisenoxide (Fe_2O_3)** verbinden sich mit Wasser zu unlöslichen Stoffen. Man nennt diese drei Stoffe auch hydraulische Stoffe oder **Hydraulefaktoren**. Zur zusätzlichen Erhärtung des Calciumhydroxides benötigen Hydraulische Kalke jedoch Kohlenstoffdioxid aus der Luft.

Hydraulische Kalke (HL) können auch durch Mischen von Calciumhydroxid mit geeigneten puzzolanischen (vulkanischen) oder hydraulischen Stoffe, z. B. Zement, Hochofenschlacke, Flugasche oder Kalksteinmehl, hergestellt werden.

Formulierter Kalk (FL) ist nach DIN EN 459-1 ein aus mehreren Baustoffen zusammengesetzter Hydraulischer Kalk (Tabelle 2). Die verwendeten Hauptbestandteile sind zu benennen und ihr Massenanteil in % auf der Verpackung anzugeben. Puzzolananteile (Trass) in Formulierten Kalken verringern Ausblühungen. Er wird deshalb bei Natursteinarbeiten, bei Sanierungen sowie in der Denkmalpflege verwendet und ist als Bindemittel für Mauer-, Fugen- und Putzmörtel geeignet.

Hydraulische Kalke erhärten sowohl an der Luft als auch ohne Luftzufuhr, z. B. unter Wasser.

Hydraulische Kalke (NHL, HL, FL) müssen nach DIN EN 459-1 ihre Mindestdruckfestigkeit nach 28 Tagen erreicht haben (**Tabelle 3**).

Mischbinder

Mischbinder ist ein hydraulisches Bindemittel, das fein gemahlene Trass, Hochofenschlacke oder Hüttensand sowie Kalkhydrat oder Portlandzement als Anreger zur Wasseraufnahme enthält. Mischbinder erhärtet sowohl an der Luft als auch unter Wasser. Seine Druckfestigkeit ist auf mindestens 15 N/mm^2 nach 28 Tagen festgelegt.

Tabelle 2: Lieferformen von Baukalken

Luftkalke	
Ungelöschter Kalk (Q) = CaO , MgO - als Stückkalk, nicht gemahlen - als Feinkalk, fein gemahlen	
Kalkhydrat (S) = gelöschter Kalk Ca(OH)_2 , Mg(OH)_2 - in Pulverform (S) sackweise oder im Silo - als Teig (S PL), oder - als Suspension oder Kalkmilch (S ML), mit Wasser gemischt	
Hydraulische Kalke	
Kalke mit hydraulischen Eigenschaften (NHL, HL, FL) = gelöschter Kalk mit Hydraulefaktoren in Pulverform (S) sackweise oder im Silo	
Natürlicher Hydraulischer Kalk (NHL) = gebrannter und gelöschter Mergel ohne Zusätze	
Hydraulischer Kalk (HL) = Mischung aus gelöschtem Kalk und Hydraulefaktoren	
Formulierter Kalk (FL) - Hauptbestandteile: - Baukalk (CL, NHL) - Zemente (CEM I, II, III) - Portlandzementklinker (K) - Natürliches Puzzolan (P) - Natürliches getempertes Puzzolan (Q) - Kalkstein (L oder LL) - Hüttensand (S) - Nebenbestandteile: - Calciumsulfat (G) - Silicastaub (D) - Organische Zusätze - Mineralische Zusätze	

Tabelle 3: Druckfestigkeiten von hydraulischem Kalk

Baukalkarten	Druckfestigkeit N/mm^2 nach	
	7 Tagen	28 Tagen
HL 2	–	2 bis 7
HL 3,5	–	3,5 bis 10
HL 5	≥ 2	5 bis 15

6.2.3 Fliesen und Platten

Fliesen und Platten werden in einer Vielzahl von Formen und Abmessungen nach verschiedenen Verfahren hergestellt. Sie können in den unterschiedlichsten Verbänden im Dickbettverfahren oder im Dünnbettverfahren angesetzt und verlegt werden (**Bild 1**).

Unter Fliesenlegen versteht man das Ansetzen von Wandbekleidungen und das Verlegen von Bodenbelägen aus keramischen Fliesen und Platten. Dabei bezeichnet man grobkeramische Bekleidungen und Beläge als Platten und feinkeramische Beläge und Bekleidungen als Fliesen.

6.2.3.1 Kennzeichnung und Maße

Die Klassifizierung und Einordnung von Fliesen und Platten, Mosaik und Industriefliesen sowie den dazugehörigen Sonderformstücken erfolgt nach DIN EN 14411. Danach werden die keramischen Fliesen und Platten nach dem **Formgebungsverfahren** und ihrer **Wasseraufnahme** eingeteilt (**Tabelle 1**, **Tabelle 2**).

Weiterhin sind die Angaben zu den Maßen mit den **Maßbezeichnungen** festgelegt. Hier werden das **Koordinierungsmaß** oder Nennmaß (Maße einschließlich Fuge in cm) sowie das eigentliche **Werkmaß** oder Herstellmaß (Maße in mm) als Einzelabmessung der Fliese und Platte angegeben (**Bild 2**). Ebenso werden zu den einzelnen Fliesen- und Plattenarten Angaben zur Oberflächenbeschaffenheit sowie zu den physikalischen und chemischen Eigenschaften gemacht.

Diese sind dann bei der Auswahl von Bodenbelägen und Wandbekleidungen in den verschiedensten Anwendungsbereichen, wie z.B. im Wohnbereich, im Objektbereich wie Läden, Fertigungs- oder Laborbereich, zu beachten.

Weitere Bedeutung kommt dabei neben der Kennzeichnung der **Frostsicherheit** auch der Einordnung keramischer Fliesen und Platten bezüglich der zulässigen **Oberflächenbeanspruchung** zu. Jeder genutzte Bodenbelag unterliegt dem Verschleiß. Dieser ist abhängig vom jeweiligen Einsatzbereich und der Gehfrequenz, vom Verschmutzungsgrad sowie der Härte und Verschleißfestigkeit des Belagwerkstoffes. Danach werden glasierte Fliesen- und Plattenbeläge auf möglichen Glasurabrieb geprüft und entsprechend ihrem Widerstand gegen Oberflächenverschleiß klassifiziert (**Tabelle 1**, Seite 242).

Für den Einsatz von Fliesen- und Plattenbelägen im Arbeitsbereich von Betrieben (Gewerbebereich)



Bild 1: Fliesenverband

Tabelle 1: Formgebungsverfahren

Formgebung	Bezeichnung
Verfahren A	Stranggepresste keramische Fliesen und Platten
Verfahren B	Trockengepresste keramische Fliesen und Platten
Andere Verfahren	z.B. Gegossene Fliesen und Platten

Tabelle 2: Wasseraufnahmegruppen

Gruppe	Wasseraufnahme (E_b)
I	niedrige Wasseraufnahme $E_b \leq 3\%$
II IIa IIb	mittlere Wasseraufnahme $3\% < E_b \leq 6\%$ $6\% < E_b \leq 10\%$
III	hohe Wasseraufnahme $E_b > 10\%$

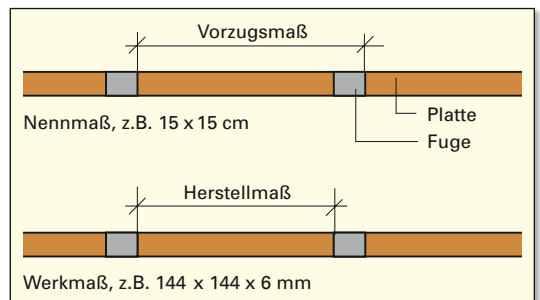


Bild 2: Fliesen- und Plattenmaße

Tabelle 1: Klassifizierung von Fliesen und Platten für Bodenbeläge		
Klasse	Beanspruchung durch kratzende Verschmutzung	Anwendungsbereich
1	ohne kratzende Verschmutzung	Wohnbereich: Schlafräum, Bad
2	gelegentliche kratzende Verschmutzung	Wohnbereich: Wohnräume außer Küchen und Dielen
3	häufige kratzende Verschmutzung	Wohnbereich, Objektbereich: Gesamter Wohnbereich, Balkone, Hotelbäder
4	regelmäßige kratzende Verschmutzung	Objektbereich: Eingänge, Büros, Verkaufsräume
5	starke kratzende Verschmutzung	Objektbereich: Gaststätten, Schalterhallen, Kaufhäuser

Tabelle 2: Modulare Vorzugsmaße (Beispiele)		
Fliesen- und Plattenarten	Vorzugsmaß (Koordinierungsmaß) in cm	Herstellmaß (Werkmaß) in mm
Spaltplatten	30 x 30	290 x 290 x 15
	25 x 25	240 x 240 x 11
	15 x 15	140 x 140 x 11
	25 x 12,5	240 x 115 x 11
Fliesen und Platten aus Steinzeug und Steingut	30 x 30	294 x 294 x 8
	20 x 20	194 x 194 x 8
	15 x 15	144 x 144 x 8
	10 x 10	97,5 x 97,5 x 8
Mosaik	5 x 5	48 x 48 x 6
Bodenklinkerplatten	25 x 25	240 x 240 x 25
	25 x 12,5	240 x 115 x 25

Tabelle 3: Fugenbreiten		
Fliesen- und Plattenarten	Seitenlänge	Fugenbreite
Trockengepresst	bis 10 cm	1 mm bis 3 mm
	über 10 cm	2 mm bis 8 mm
Stranggepresst	bis 30 cm über 30 cm	4 mm bis 8 mm ≥ 10 mm
Bodenklinkerplatten	für alle Seitenlängen	8 mm bis 15 mm

sowie im Barfuß- und Nassbereich von Schwimmanlagen und Sportstätten ist die **Trittsicherheit** und **Rutschhemmung** des Bodenbelages zu klassifizieren. Besondere Schutzmaßnahmen gegen **Ausgleiten** sind im Gewerbebereich erforderlich, wenn durch den Umgang mit Wasser, Öl, Fett, Schlamm oder Abfällen Rutschgefahr besteht. Ebenso sind die Barfußbereiche in Bädern, Wasch- und Duschräumen stark rutschgefährdet. Deshalb ist bei der Auswahl der Belagstoffe entsprechend den Unfallverhütungsvorschriften besonders darauf Rücksicht zu nehmen.

Maßgebend für die **Trittsicherheit** von Belägen ist deren **Oberflächenbeschaffenheit**, die nach einem festgelegten Prüfverfahren eben, feinrau, rau oder profiliert sein kann. Der so ermittelte **Reibungskoeffizient** wird zum Beispiel im Gewerbebereich in die **Bewertungsgruppen** R 9 bis R 13 eingeteilt.

Ebenso ist die **Schmutzbelastung** zu berücksichtigen. Dabei ist die Oberfläche des Belages so zu gestalten, dass ein **Verdrängungsraum** zwischen der Gehebene und der Entwässerungsebene entsteht (**Bild 1**).

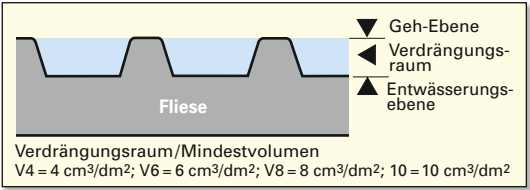


Bild 1: Verdrängungsraum

Nach diesen Angaben kann die geforderte Trittsicherheit des Bodenbelages für jeden Arbeitsbereich eines Betriebes festgelegt werden.

So muss z.B. für eine Hotelküche die Oberfläche des Fliesen- oder Plattenbelages eine Trittsicherheit nach der **Bewertungsgruppe** R 12 und einen **Verdrängungsraum** V 4 aufweisen.

Keramische Fliesen und Platten gibt es in den verschiedensten Formen und Abmessungen, wobei nur die Maße der rechtwinkligen Formen genormt sind.

Die **Abmessungen** der genormten Formen werden in modularen Vorzugsmaßen (**Koordinierungsmaß**), die bei allen Herstellern gleich sind oder im herstellerbezogenen **Herstellmaß** gefertigt (**Tabelle 2**). Der Maßunterschied zwischen dem Koordinierungsmaß und dem Herstellmaß von Fliesen und Platten ergibt das **Fugenmaß**. Dabei sind die Fugen für Bekleidungen und Beläge gleichmäßig breit anzulegen. Maßtoleranzen werden mit den **Fugenbreiten** ausgeglichen. Die Fugenbreiten sind nach den unterschiedlichen Fliesen- und Plattenarten sowie deren Seitenlängen festgelegt (**Tabelle 3**).

6.2.3.2 Fliesen- und Plattenarten

Keramische Fliesen und Platten werden aus einer Mischung von Ton, Quarzsand und Flussmitteln, z. B. Feldspat, hergestellt. Die natürlichen Rohstoffe werden aufbereitet und durch Pressen, Ziehen oder Gießen zu Fliesen oder Platten geformt. Nach dem Trocknen werden diese bei hohen Temperaturen gebrannt. Dabei können sie je nach Oberflächengestaltung glasiert (GL) oder unglasiert (UGL) sein.

Stranggepresste Platten

Stranggepresste Platten sind keramische **Spaltplatten** oder einzeln **gezogene Platten**, die aus Tonen mit Gesteinskörnung hergestellt und bei ca. 1200 °C gebrannt werden (**Bild 1**). Spaltplatten werden im plastischen Zustand auf Strangpressen zu Doppelplatten gezogen, die man nach dem Brand in Einzelplatten spaltet. Dabei ergeben sich auf den Einzelplatten schwalbenschwanzförmige Rippen. Die Platten werden glasiert oder unglasiert hergestellt. Sie müssen frost-, farb- und lichtbeständig sein. Glasierte Platten sind beständig gegen Laugen und Säuren. Spaltplatten werden mit einer Wasseraufnahme von $E_b < 3\%$ und einer Wasseraufnahme von $3\% < E_b < 6\%$ hergestellt.

Eine unglasierte Spaltplatte mit dem Nennmaß 25 cm x 25 cm und einer mittleren Wasseraufnahme wird wie folgt gekennzeichnet:

Spaltplatte DIN EN 14411, A IIa, 25 x 25 cm (240 x 240 x 11 in mm) UGL

Trockengepresste Fliesen und Platten

Trockengepresste Fliesen und Platten sind Steinzeugfliesen und -platten mit Mosaik und Steingutfliesen.

Die **Steinzeugfliesen und -platten** haben einen feinkörnigen Scherben. Sie werden bei Temperaturen von 1200 °C gebrannt und haben nur ein geringes Wasserausvermögen. Die unglasierten Steinzeugfliesen und -platten haben eine einfarbige gelbe, rote oder eine geflammte grau-weiße, rot-weiße, braun-gelbe Oberfläche. Sie kann glatt oder profiliert sein. Glasierte Steinzeugfliesen und -platten haben eine Scharffeuerglasur, die auf die Rohfliese aufgetragen wird (**Bild 2**). Steinzeugfliesen und -platten werden mit einer Wasseraufnahme von $E_b < 3\%$ hergestellt.

Eine glasierte Steinzeugfliese mit dem Nennmaß 30 cm x 30 cm und einer geringen Wasseraufnahme hat folgende Kennzeichnung:

Steinzeugfliese DIN EN 14411, B I, 30 x 30 cm (294 x 294 x 8 in mm) GL

Fliesen und Platten, deren Ansichtsfläche 90 cm² nicht übersteigt, werden als **Mosaik** bezeichnet. Zur einfacheren Verlegung ist das Mosaik verlegeseitig auf Kunststoffnetzen oder auf Papiernetzen zu einzelnen Verlegetafeln aufgeklebt (**Bild 3**).

Die **Steingutfliesen** werden unter hohem Druck in Stempelpressen gepresst und bei einer Temperatur von 1100 °C gebrannt. Sie haben einen feinkristallinen, porösen Scherben, der eine hohe Wasseraufnahme zulässt. Der fast weiße Scherben der Steingutfliese hat eine Glasur, die auch in einem zweiten Brennvorgang aufgeschmolzen werden kann. Irdengutfliesen werden wie Steingutfliesen hergestellt und haben daher auch die gleichen Eigenschaften. Kennzeichnend für diese Fliese ist der gelb, gelbbraun oder rotbraun gefärbte Scherben, dessen Farbe vom Abbauort der Ausgangsstoffe herrührt (**Bild 4**).

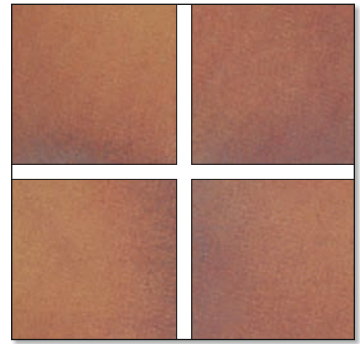


Bild 1: Spaltplatte

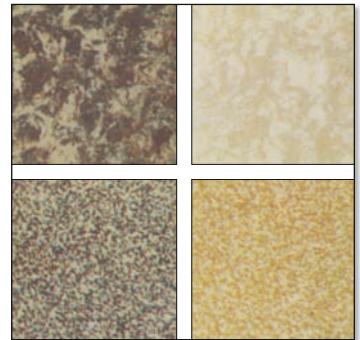


Bild 2: Steinzeugfliese

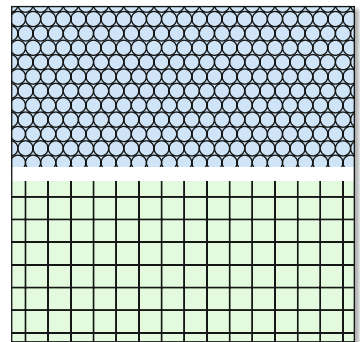


Bild 3: Mosaik

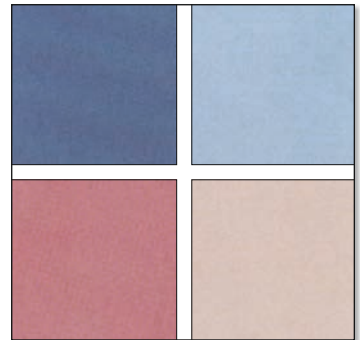


Bild 4: Steingutfliese