

Karl-Jürgen Gipper, Manfred Labude, Ulrich Labude, Peter Lohse, Martin Scheurmann,
Hans-Jörg Wiedemann

Herausgeber: Werner Beermann

Friedrich Tabellenbuch

Bautechnik

6. Auflage

Bestellnummer 5402S

■ **Bildungsverlag EINS**
westermann

Begründet von: Direktor Wilhelm Friedrich

Herausgeber: Werner Beermann

Autoren: Karl-Jürgen Gipper, Kap. 9
Manfred Labude, Kap. 3.11, 6
Ulrich Labude, Kap. 3.1 bis 3.7, 3.10, 3.13 bis 3.16, 5
Peter Lohse, Kap. 2, 3.8, 3.9, 3.12, 4, 7.8, 8, 11, 12
Martin Scheurmann, Kap. 1, 10
Hans-Jörg Wiedemann, Kap. 7.1 bis 7.7, 13

Der Bildungsverlag EINS bedankt sich bei Prof. Dr. Antonius Lipsmeier für seine Herausgebertätigkeit bis zur 5. Auflage.

service@bv-1.de
www.bildungsverlag1.de

Bildungsverlag EINS GmbH
Ettore-Bugatti-Straße 6–14, 51149 Köln

ISBN 978-3-427-54024-3

westermann GRUPPE

© Copyright 2018: Bildungsverlag EINS GmbH, Köln

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages.

Hinweis zu § 52a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen.

Sie halten ein traditionsreiches Werk in den Händen – 1913 erschien der erste „Friedrich“ dieser Reihe, die in Europa zu den meistgelesenen gehört. Dieser Tradition verbunden präsentieren wir Ihnen das „Friedrich Tabellenbuch Bautechnik“ in der 6. Auflage.

Zu den wichtigsten Neuerungen gehören:

- Aktualisierungen auf die neuesten Normen
- Ergänzungen zu bautechnischen Neuentwicklungen
- Vorschriften im Bereich Bautechnik
- Umfangreich erweitertes Sachwortverzeichnis
- Neues Format in 17 x 24 mit mehr Raum für eigene Notizen
- Intuitives, vierfarbiges Layout
- Neu gestaltete Übersichtsseiten zu Beginn der Kapitel
- Komplett überarbeitete und umfassend ergänzte Verweise
- Didaktische Hervorhebungen in den Zeichnungen
- Hervorhebung von Beispielen

Zusätzlich bleiben alle Gründe bestehen, die schon seit 1913 für den Kauf des „Friedrich“ sprechen:

- Abgestimmt auf die einschlägigen bautechnischen Rahmenlehrpläne, Ausbildungsordnungen, Studienordnungen und Meisterprüfungen
- Tabellendarstellung in technologischen Zusammenhängen
- Übersichtliche Tabellen, Grafiken, Diagramme und Abbildungen
- Fester Hartband-Umschlag
- Register
- Normenverzeichnis
- Zwei Lesezeichen

Der Verlag, der Herausgeber und die Autoren nehmen Ihre Anmerkungen, Ihre Kritik und eventuelle Korrekturhinweise gerne entgegen.

DIN-Normen und andere technische Regelwerke

Zahlreiche Tabellen in diesem Buch verweisen auf DIN-Normen, VDE-Bestimmungen oder andere technische Regelwerke. Dabei handelt es sich um die aktuellen Ausgaben, die bei Redaktionsschluss vorlagen.

Die benannten Normen wurden mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normungen e.V. wiedergegeben. Maßgebend für die Anwendung ist die DIN-Norm in der Fassung mit dem aktuellen Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 7, 10787 Berlin, erhältlich ist.

1 Mathematische Grundlagen

1-1 bis 1-20

1.1	Übersicht	1-1
1.2	Mathematische Zeichen und Symbole	1-2
1.3	Rechnungsarten und Gleichungen	1-3
1.4	Größe und Einheiten	1-5
1.5	Winkel und Winkelfunktionen	1-10
1.6	Berechnungen am rechtwinkligen Dreieck	1-12
1.7	Dreisatz-, Prozent- und Zinsrechnung	1-13
1.8	Preisumrechnung, Mischungsrechnen und Mauerhöhe	1-14
1.9	Strahlensatz, Längenteilung und Maßstäbe	1-15
1.10	Längen und Flächen	1-16
1.11	Körper, Längen und Volumen	1-18
1.12	Längen- und Flächenbezogene Masse	1-20

2 Physikalische und chemische Grundlagen

2-1 bis 2-26

2.1	Übersicht	2-1
2.2	Kohäsion – Adhäsion – Kapillarität	2-2
2.3	Dichte ρ	2-3
2.4	Chemische Grundlagen	2-4
2.5	Wärmetechnische Grundlagen	2-12
2.6	Schall	2-16
2.7	Elektronische Grundlagen	2-20

3 Baustoffe

3-1 bis 3-84

3.1	Übersicht	3-1
3.2	Natürliche Steine	3-2
3.3	Künstliche Steine	3-3
3.4	Bindemittel	3-14
3.5	Gesteinskörnungen für Mörtel und Beton	3-19
3.6	Mörtel	3-21
3.7	Beton	3-24
3.8	Stahlbeton	3-27
3.9	Betonstahl	3-34
3.10	Metalle	3-37
3.11	Holz und Holzverbindungen	3-48
3.12	Glas im Bauwesen	3-70
3.13	Kunststoffe	3-74
3.14	Fugen	3-78
3.15	Anstrichstoffe	3-80
3.16	Recycling von Baustoffen	3-83

4 Statik und Festigkeitslehre

4-1 bis 4-46

4.1	Übersicht	4-1
4.2	Mechanik	4-2
4.3	Statik	4-10
4.4	Festigkeitslehre	4-14
4.5	Lastannahmen	4-19
4.6	Bemessung	4-29

5 Technisches Zeichnen

5-1 bis 5-20

5.1	Übersicht	5-1
5.2	Zeichenblätter	5-2
5.3	Zeichnungsarten	5-3
5.4	Linien in Zeichnungen	5-4
5.5	Beschriftung und Bemaßung	5-5
5.6	Geometrische Konstruktionen	5-9
5.7	Projektionsmethoden	5-15
5.8	Ansichten und Schnitte	5-17
5.9	Kotierte Projektion	5-19

6 Baukonstruktion

6-1 bis 6-74

6.1	Übersicht	6-1
6.2	Gründungen	6-2
6.3	Wände	6-10
6.4	Decken	6-22
6.5	Estrich	6-29
6.6	Treppen	6-31
6.7	Dächer	6-37
6.8	Schornsteine	6-44
6.9	Ausbauarbeiten	6-47
6.10	Ver- und Entsorgung	6-56
6.11	Gerüstbau	6-64
6.12	Fertigteilm Bauweise	6-67
6.13	Schalungsbau	6-71

7 Schutzmaßnahmen**7-1 bis 7-58**

7.1	Übersicht	7-1
7.2	Wärmeschutz	7-2
7.3	Feuchteschutz	7-23
7.4	Schallschutz	7-36
7.5	Brandschutz	7-42
7.6	Holzschutz	7-46
7.7	Einbruchschutz	7-53
7.8	Bauwerksanierung	7-56

8 Vermessung und Absteckung**8-1 bis 8-12**

8.1	Übersicht	8-1
8.2	Grundbegriffe des Messwesens	8-2
8.3	Messverfahren	8-4
8.4	Geodäsie	8-9

9 Straßenbau**9-1 bis 9-64**

9.1	Übersicht	9-1
9.2	Straßenplanung	9-2
9.3	Erdbau	9-17
9.4	Straßenoberbau	9-29
9.5	Straßenentwässerung	9-56
9.6	Baugrubensicherung	9-62

10 Arbeits- und Umweltschutz**10-1 bis 10-22**

10.1	Übersicht	10-1
10.2	Überblick: Belastungen am Arbeitsplatz/ Arbeits- und Umweltschutz	10-2
10.3	Gefahrstoffe am Arbeitsplatz	10-2
10.4	Sicherheitskennzeichen	10-14
10.5	Umweltschutz	10-17
10.6	Sonstige Gefährdungen: Vibrationen	10-22

11 Baubetrieb

11-1 bis 11-28

11.1	Übersicht	11-1
11.2	Bauablaufplanung	11-2
11.3	Bauzeitenplan	11-4
11.4	Baustelleneinrichtung	11-6
11.5	Arbeitssicherheit	11-8
11.6	Grundflächen und Rauminhalte von Hochbauten	11-12
11.7	Kosten im Hochbau	11-14
11.8	Massenermittlung, Baustoffbedarf, Arbeitszeitbedarf	11-16
11.9	Kalkulation	11-18
11.10	Vergabe- und Vertragsverordnung für Bauleistungen (VOB)	11-26
11.11	Mangel- und Produkthaftung	11-28

12 Baugesetze und Vorschriften

12-1 bis 12-20

12.1	Übersicht	12-1
12.2	Planungsgrundlagen	12-2
12.3	Eurocode – Normen – Vorschriften – Baubestimmungen	12-10
12.4	Kataster und Grundbuch	12-18
12.5	Straf- und privatrechtliche Vorschriften	12-19

13 Baustile

13-1 bis 13-14

13.1	Übersicht	13-1
13.2	Antike	13-2
13.3	Frühchristlich – Byzantinischer Stil	13-3
13.4	Romanik	13-4
13.5	Gotik	13-5
13.6	Renaissance	13-6
13.7	Barock	13-7
13.8	Rokoko	13-8
13.9	Klassizismus	13-9
13.10	Historismus	13-10
13.11	Jugendstil	13-11
13.12	Moderne	13-12
13.13	Postmoderne	13-13
13.14	Dekonstruktivismus	13-14

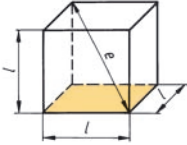
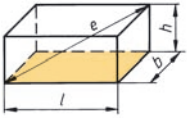
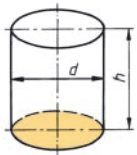
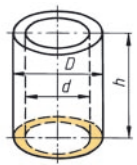
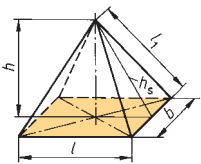
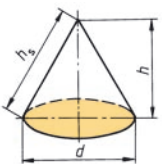
14 Normen- und Stichwortverzeichnis

14-1 bis 14-18

14.1	Verzeichnis der behandelten Normen und Vorschriften	14-2
14.2	Stichwortverzeichnis	14-4

1.11 Körper, Längen und Volumen

1

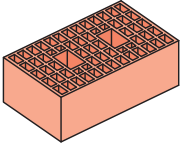
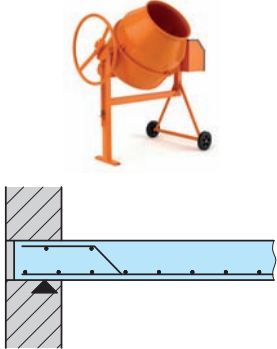
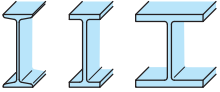
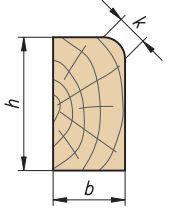
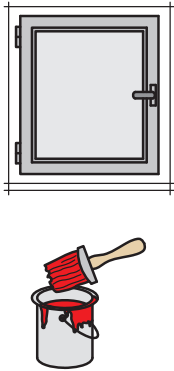
	<p>Würfel</p> <p>V Volumen A Grundfläche e Eckenmaß A_O Oberfläche l Seitenlänge (Raumdiagonale)</p> <p>Beispiel: Geg.: $l = 3,9$ m Ges.: A_O, V</p> <p>Lösung: $A = l \cdot l = 3,9 \text{ m} \cdot 3,9 \text{ m} = 15,21 \text{ m}^2$ $A_O = 6 \cdot l^2 = 6 \cdot A = 6 \cdot 15,21 \text{ m}^2 = \underline{91,26 \text{ m}^2}$ $V = l^3 = A \cdot l = 15,21 \text{ m}^2 \cdot 3,9 \text{ m} = \underline{59,32 \text{ m}^3}$</p> <p>$V = l \cdot l \cdot l = l^3$ $V = A \cdot l$ $A = l \cdot l$ $A_O = 6 \cdot l^2$ $e = l \cdot \sqrt{3}$</p>
	<p>Prisma (Quader)</p> <p>V Volumen A Grundfläche b Breite A_O Oberfläche l Seitenlänge h Höhe e Eckenmaß (Raumdiagonale)</p> <p>Beispiel: Geg.: $l = 4,2$ m, $b = 3,1$ m, $h = 2,6$ m Ges.: V</p> <p>Lösung: $V = l \cdot b \cdot h = 4,2 \text{ m} \cdot 3,1 \text{ m} \cdot 2,6 \text{ m}$ $V = \underline{33,85 \text{ m}^3}$</p> <p>$V = l \cdot b \cdot h$ $A_O = 2A + 2A_1 + 2A_2$ $A = l \cdot b$ $A_1 = l \cdot h$ $A_2 = b \cdot h$ $e = \sqrt{l^2 + b^2 + h^2}$</p>
	<p>Zylinder</p> <p>V Volumen A Grundfläche d Durchmesser A_O Oberfläche A_M Mantelfläche h Höhe</p> <p>Beispiel: Geg.: $d = 3$ m, $h = 2,8$ m Ges.: V</p> <p>Lösung: $V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h = \frac{3,14 \cdot 3 \text{ m} \cdot 3 \text{ m}}{4} \cdot 2,8 \text{ m}$ $V = \underline{19,78 \text{ m}^3}$</p> <p>$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$ $A_O = 2A + A_M$ $A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ $A_M = \pi \cdot d \cdot h$</p>
	<p>Hohlzylinder</p> <p>V Volumen D, d Durchmesser A Grundfläche h Höhe</p> <p>Beispiel: Geg.: $D = 3,6$ mm, $d = 3$ mm, $h = 2,8$ mm Ges.: V</p> <p>Lösung: $V = \frac{3,14 \cdot 2,8 \text{ mm}}{4} (3,6^2 \text{ mm}^2 - 3,0^2 \text{ mm}^2)$ $V = \underline{8,70 \text{ mm}^3}$</p> <p>$V = \frac{\pi \cdot h}{4} \cdot (D^2 - d^2)$</p>
	<p>Pyramide</p> <p>V Volumen h_s Seitenhöhe b Breite A Grundfläche h_{sb} h_s bei b l Länge A_M Mantelfläche h_{sl} h_s bei l l_1 Kantenlänge A_O Oberfläche h Höhe Länge</p> <p>$h_{sb} = \sqrt{h^2 + \frac{l^2}{4}}$; $h_{sl} = \sqrt{h^2 + \frac{b^2}{4}}$; $l_1 = \sqrt{h_{sb}^2 + \frac{b^2}{4}}$</p> <p>$V = \frac{l \cdot b \cdot h}{3}$ $A_M = h_{sb} \cdot b + h_{sl} \cdot l$ $A_O = A_M + l \cdot b$</p>
	<p>Kegel</p> <p>V Volumen A_M Mantelfläche d Durchmesser A Grundfläche A_O Oberfläche h_s Seitenhöhe h Höhe</p> <p>$A_M = \frac{\pi \cdot d}{2} \cdot h_s$ $A_O = \frac{\pi \cdot d^2}{4} + A_M$</p> <p>$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4 \cdot 3}$ $h_s = \sqrt{h^2 + \frac{d^2}{4}}$</p>

2.5 Wärmetechnische Grundlagen

2

2.5.6 Wärmeübertragung		
Wärmeleitung		Die Wärme wird von Molekül zu Molekül weitergegeben. Baustoffe mit hoher Dichte (z. B. Stahl) sind gute Wärmeleiter, porige Baustoffe (z. B. Holz, Mineralfasermatten) sind gute Dämmstoffe.
Wärmestrahlung		Die Wärmestrahlen geben beim Auftreffen auf einen Körper Strahlungsenergie ab. Diese wird durch die Molekularbewegung in Wärme umgesetzt. Die Wärmeaufnahme hängt dabei von der Farbe des Körpers ab, dunkle Flächen erwärmen sich schneller als helle.
Wärme-strömung		Die Wärmeströmung (Konvektion) geschieht durch den Wärmetransport von Gasen oder Flüssigkeiten. Beim Erwärmen dehnen sie sich aus, ihre Dichte verringert sich und sie steigen nach oben, während kältere an ihre Stelle treten. Beispiel: Luftumwälzung an einem Heizkörper.
Wärmestrom		Formelzeichen: Φ Einheit: W Wärmemenge, die innerhalb einer Zeiteinheit durch eine senkrecht zur Strömungsrichtung liegende Fläche strömt
Wärmeleit-fähigkeit		Formelzeichen: λ Einheit: W/mK Wärmestrom, der durch einen Querschnitt von 1 m² eines 1 m langen Körpers strömt, wenn der Temperaturunterschied 1 K beträgt
Wärme-durchlass-koeffizient		Formelzeichen: $\Lambda = \lambda/d$ Einheit: W/m² K Wärmestrom, der durch einen Querschnitt von 1 m² eines Körpers der Dicke d strömt, wenn der Temperaturunterschied 1 K beträgt
Wärme-durchlass-widerstand		Formelzeichen: $1/\Lambda$ Einheit: m² · K/W Bezeichnet den Widerstand, den ein Bauteil der Dicke d dem Wärmestrom entgegenstellt (großer Wert = guter Wärmeschutz). Bei mehrschichtigen Bauteilen ist: $d = d_1 + d_2 + d_3 + \dots d_n$ $R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}$ in m² · K/W
Wärme-übergangs-widerstand		Formelzeichen: R_{si}, R_{se} Einheit: m² · K/W Bezeichnet den Widerstand, den der Wärmestrom beim Übergang von der Luft in den festen Baustoff (innen R_{si}) bzw. vom Baustoff in die Luft (außen R_{se}) überwinden muss. $R_{si} = \frac{1}{h_{ci} + h_{ri}}$ $R_{se} = \frac{1}{h_{ce} + h_{re}}$
Wärme-durchgangs-widerstand		Formelzeichen: $1/k$ Einheit: m² · K/W Gibt den Gesamtwiderstand an, den ein Bauteil dem Wärmestrom entgegenstellt: $R_T = R_{si} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + R_{se}$
Wärme-durchgangs-koeffizient		Formelzeichen: U Einheit: W/m² K Kennzeichnet die wärmeschutztechnische Qualität eines Bauteiles einschließlich der Wärmeübergangswiderstände (kleiner Wert = guter Wärmeschutz) $U_T = \frac{1}{R_T}$

7-12 ↑

3.1 Übersicht		Seite
	3.2 Natürliche Steine	3-2
	3.3 Künstliche Steine	3-3
	3.3.1 Allgemeines	3-3
	3.3.2 Ziegel	3-5
	3.3.3 Kalksandsteine	3-7
	3.3.4 Porenbetonsteine	3-8
	3.3.5 Steine aus Beton und Leichtbeton	3-9
	3.3.6 Baustoffbedarf für Mauerwerk	3-11
	3.3.7 Zulässige Spannungswerte für die Mauerwerksbemessung	3-11
	3.3.8 Dachziegel	3-12
3.3.9 Fliesen und Platten	3-12	
	3.4 Bindemittel	3-14
	3.4.1 Zement	3-14
	3.4.2 Baukalk	3-17
	3.4.3 Baugips	3-18
	3.5 Gesteinskörnungen für Mörtel und Beton	3-19
	3.6 Mörtel	3-21
	3.6.1 Mauermörtel	3-21
	3.6.2 Putzmörtel	3-22
	3.6.3 Mischungsverhältnisse	3-23
	3.7 Beton	3-24
	3.8 Stahlbeton	3-27
	3.8.1 Expositionsclassen	3-27
	3.8.2 Biegen von Betonstählen	3-30
3.8.3 Verankerung von Betonstählen	3-30	
3.8.4 Stöße von Bewehrungsstählen	3-33	
	3.9 Betonstahl	3-34
	3.10 Metalle	3-37
	3.10.1 Stahlwerkstoffe	3-37
	3.10.2 Nichteisenmetalle	3-47
	3.11 Holz und Holzverbindungen	3-48
	3.11.1 Eigenschaften des Holzes	3-48
	3.11.2 Holzfeuchtigkeit	3-50
	3.11.3 Holzarten	3-51
	3.11.4 Holzfehler und Holzschädlinge	3-52
	3.11.5 Kennzeichnung nach der Rohholzsortenverordnung	3-57
	3.11.6 Holz als Handelsware	3-58
	3.11.7 Sortierklassen für Kanthölzer	3-61
	3.11.8 Sortierkriterien bei der visuellen Sortierung	3-62
	3.11.9 Arbeiten des Holzes	3-63
	3.11.10 Nutzklassen	3-64
	3.11.11 Querschnitte und Querschnittswerte für Bauholz	3-64
3.11.12 Holzverbindungen	3-65	
	3.11.13 Holzverbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln	3-66
	3.11.14 Dübelverbindungen	3-68
	3.12 Glas im Bauwesen	3-70
	3.12.1 Definition und Zusammensetzung von Glas	3-70
	3.12.2 Herstellungsverfahren der Flachgläser	3-70
	3.12.3 Eigenschaften von Flachgläsern	3-71
	3.12.4 Vergütete Gläser	3-72
	3.13 Kunststoffe	3-74
	3.13.1 Einsatzbereiche	3-74
	3.13.2 Herstellung	3-74
	3.13.3 Struktur und Aufbau	3-74
	3.13.4 Bezeichnungen	3-75
	3.13.5 Technische Eigenschaften	3-75
	3.13.6 Thermoplaste	3-76
	3.13.7 Elastomere	3-76
	3.13.8 Duroplaste	3-77
3.13.9 Kunststoffe für den Bautenschutz	3-77	
3.14 Fugen	3-78	
3.15 Anstrichstoffe	3-80	
3.16 Recycling von Baustoffen	3-83	

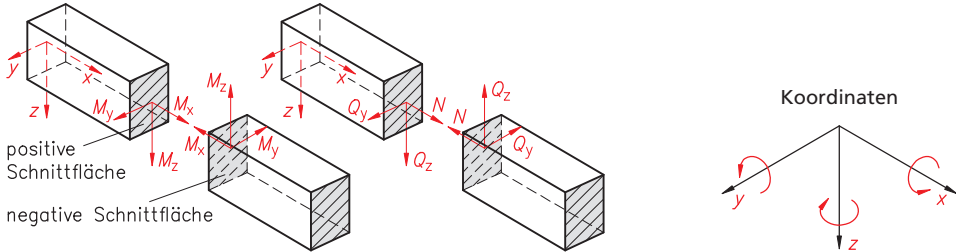
Stahlschrottrecycling					
Rohstoffkreislauf					
Allgemeine Bedingungen					
<p>Sicherheit: Ausgeschlossen sind unter Druck stehende, geschlossene oder unzureichend geöffnete Behältnisse, brennbare, explosionsgefährdete sowie gesundheits- bzw. umweltgefährdende Materialien</p>					
<p>Reinheit: Bauschutt, Erde, nicht eisenhaltige Metalle, Gummi, Plastik, Gewebe, Holz, Öl, Schmiermittel, Abfälle, außerdem Kupfer, Zinn, Blei, Chrom, Nickel, Molybdän (ausgenommen unbedeutende Mengen dieser Metalle) dürfen nicht enthalten sein.</p>					
<p>Analyse der Bestandteile: Die Höchstwerte für die Anteile von Kupfer, Zinn sowie Chrom, Nickel und Molybdän dürfen in der Analyse nicht überschritten werden. Eine Übertretung oder Mischung von Sorten ist nur nach vorheriger gegenseitiger Vereinbarung und Materialkenntnis zulässig.</p>					
Europäische Stahlschrottsortenliste					
Kategorie	Sorten-Nr.	Beschreibung	Maße	Schüttgewicht [t/m ³]	Schuttanteil [%]
Altschrott	E 3	Schwerer Stahlaltschrott ¹⁾ , frei von Betonstahl, Stabstahl und Autoschrott	≤ 1,5 × 0,5 × 0,5 m d ≥ 6 mm	≥ 0,6	≤ 1 %
	E 1	Leichter Stahlaltschrott ¹⁾ , frei von Betonstahl, Stabstahl und Autoschrott (Räder zugelassen)	≤ 1,5 × 0,5 × 0,5 m d < 6 mm	≥ 0,5	< 1,5 %
Neuschrott	E 2	Schwerer Stahlneuschrott ¹⁾ , frei von Betonstahl, Stabstahl und Beschichtungen	≤ 1,5 × 0,5 × 0,5 m d ≥ 3 mm	≥ 0,6	< 0,3 %
	E 8	Leichter Stahlneuschrott ¹⁾ , frei von Beschichtungen und losen Bändern	≤ 1,5 × 0,5 × 0,5 m d < 3 mm	≥ 0,4	< 0,3 %
	E 6	Leichter Stahlneuschrott ¹⁾ , frei von Beschichtungen, falls nicht anders vereinbart	d < 3 mm	≥ 1	< 0,3 %
schredderschrott	E 40	Zerkleinerter Stahlaltschrott ¹⁾ , frei von Nässe, losen Gusseisenstücken und Weißblech	≤ 20 cm für 95 % des Schr.	> 0,9	< 0,4 %
Stahlspäne	E 5 H	Homogene Lose von Kohlenstoffstahlspänen bekannten Ursprungs ¹⁾ , frei von Verunreinigungen			2)
	E 5 M	Gemischte Lose von Kohlenstoffstahlspänen ¹⁾ , frei von Verunreinigungen u. wolliger Späne			2)
Schrott mit hohem Reststoffanteil	EHRM	Alte und neue Maschinenteile und Komponenten, die in anderen Sorten nicht angenommen werden ¹⁾ , frei von Kugellagergehäusen, Bronzeringen und anderen Sorten	≤ 1,5 × 0,5 × 0,5 m	≥ 0,6	< 0,7 %

¹⁾ Aufbereitet für den direkten Einsatz als Rohstoff, frei von sichtbarem Kupfer, Zinn, Blei und Legierungen.

²⁾ Nicht festgelegt.

4.3.1. Grundbegriffe der Statik

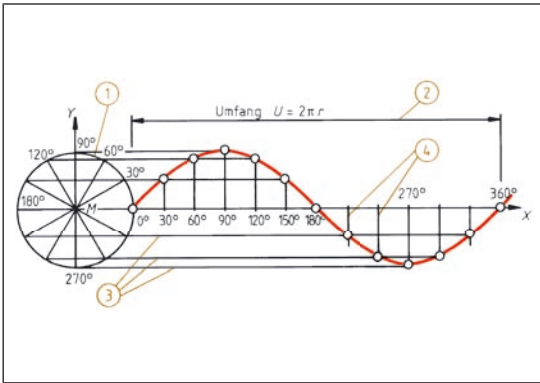
Die Aufgabe der Statik besteht in der Untersuchung des ruhenden Gleichgewichtszustandes der Tragwerke und der Ermittlung von **Auflagerkräften, Schnittkräften, Verformungen**. Die positiven Komponenten der Schnittgrößen werden auf positiven Schnittflächen im Richtungssinn der Koordinatenachsen dargestellt, auf den negativen Schnittflächen entgegengesetzt.



4

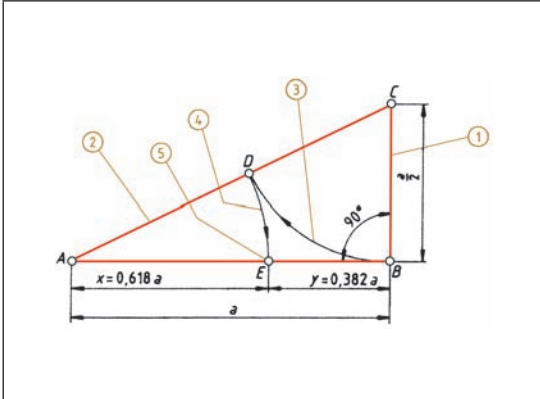
4.3.2 Einfeldträger

Belastungsfall	Auflagerkräfte	Biegemoment	Durchbiegung
	$A = \frac{F \cdot b}{l}$ $B = \frac{F \cdot a}{l}$	$\max M = \frac{F \cdot a \cdot b}{l}$	$f = \frac{F \cdot a^2 \cdot b^2}{3EI \cdot l}$
	$A = B = \frac{q \cdot l}{2}$	$\max M = \frac{q \cdot l^2}{8}$	$f = \frac{q \cdot l^4}{77EI}$
	$A = \frac{q \cdot a (2b + a)}{2l}$ $B = \frac{q \cdot a^2}{2l}$	$\max M = \frac{A^2}{2q}$	-
	$A = B = \frac{q \cdot b}{2}$	$\max M = \frac{q \cdot b}{4} \left(l - \frac{b}{2} \right)$	$f = \frac{q \cdot b}{384EI} \cdot (8 \cdot l^3 - 4 \cdot l \cdot b^2 + b^3)$
	$A = \frac{q \cdot l}{3}$ $B = \frac{q \cdot l}{6}$	$\max M = \frac{q \cdot l^2}{15,6}$	$f = \frac{q \cdot l^4}{153EI}$
	$A = B = \frac{q \cdot l}{4}$	$\max M = \frac{q \cdot l^2}{12}$	$f = \frac{q \cdot l^4}{120EI}$
	$A = B = F$	$\max M = F \cdot a$	$f = \frac{F \cdot l^2 \cdot a}{24EI} \left(3 - 4 \left(\frac{a}{l} \right)^2 \right)$



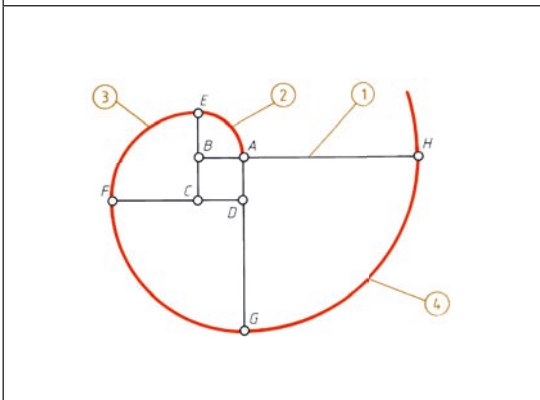
Sinuskurve

1. Kreis in gleiche Teile (hier zwölf)
2. Umfang des Kreises mit Teilung in x-Richtung abtragen
3. Teilpunkte des Kreises parallel zur x-Achse
4. Senkrechte durch Teilpunkte auf x-Achse
5. Schnittpunkte ergeben Kurve



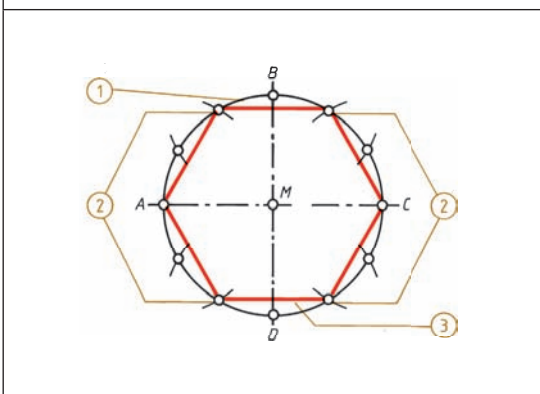
Stetige Teilung einer Strecke \overline{AB} (goldener Schnitt)

1. Senkrechte in B mit der Länge $\overline{a}/2$
2. Linie \overline{AC}
3. Kreisbogen mit Radius $\overline{a}/2$ um C
4. Kreisbogen mit Radius \overline{AD} mit A
5. Punkt E teilt die Strecke \overline{AB} im Verhältnis des goldenen Schnittes



Spirale (Näherungskonstruktion)

1. Steigung $P = \overline{AH}$, Quadrat $ABCD$ mit Seitenkante $AB = 1/4 AH$
2. Viertelkreis mit Radius \overline{BA} um Punkt B (Schnittpunkt E auf Gerade CB)
3. Weitere Radien und Mittelpunkte: \overline{CE} um C , \overline{DF} um D , \overline{AG} um A
4. Kurvenpunkte: A, E, F, G, H



Dreieck, Sechseck, Zwölfeck

1. Kreis mit Radius $r = \overline{MA}$ um Mittelpunkt M (Schnittpunkte mit Mittellinien A, B, C, D)
2. Kreisbogen mit Radius r um A und C
3. Verbindung Kreisschnittpunkte A und C ergibt Sechseck (Teilpunkte Dreieck)
4. Kreisbogen mit Radius r um B und D (Zwölfeck)

6.2.4 Gründungsarten (Fortsetzung)

Beispiel:
Dimensionierung eines unbewehrten Fundaments (Fortsetzung)

Lösung:

Berechnung der Fundamentbreite

$$\sigma_{zul} = \frac{F}{A}, \quad A = b^2, \quad b^2 = \frac{F}{\sigma_{zul}}$$

$$b^2 = \frac{0,2 \text{ MN m}^2}{0,3 \text{ MN}} = 0,666 \text{ m}^2, \quad \underline{b = 0,816 \text{ m}}$$

gewählt: $b = 85 \text{ cm}$

Berechnung der Fundamenthöhe

Für σ_{zul} 0,30 MN/m² und C 12/15 ist das Verhältnis $h:e$ laut Tabelle 1,6; das entspricht einem Lastausbreitungswinkel von $\alpha = 58^\circ$.

$$e = \frac{0,85 - 0,30}{2}, \quad e = 0,275 \text{ m}, \quad \frac{h}{e} = 1,6,$$

$$h = 1,6 \cdot e, \quad h = 1,6 \cdot 0,275 = \underline{0,44 \text{ m}}$$

gewählt: Fundamenthöhe $h = 0,45 \text{ m}$

Nachweis der Bodenpressung

Gewicht Fundament:

$$8,5 \text{ dm} \cdot 8,5 \text{ dm} \cdot 4,5 \text{ dm} \cdot 2,5 \text{ kg/dm}^3 = \underline{8,13 \text{ kN}}$$

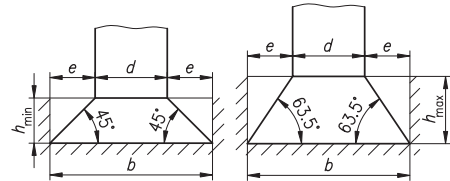
Stützlast + Fundamentgewicht

$$200 + 8,13 = 208,13 \text{ kN Gesamtlast}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \rightarrow \frac{208,13 \text{ kN}}{0,85 \cdot 0,85 \text{ (m}^2\text{)}} = 287 \text{ kN/m}^2$$

σ vorhanden: 0,287 MN/m²

$\leq \sigma_{zul}$ ässig: 0,3 MN/m²



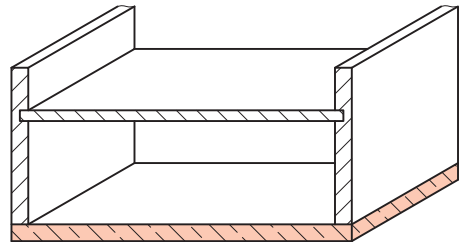
- a) Günstiger Fall, kleinste Fundamenthöhe; kleinstes Verhältnis $h:e = 1$, das entspricht dem kleinsten Lastausbreitungswinkel von 45°
- b) Ungünstiger Fall, größte Fundamenthöhe; größtes Verhältnis $h:e = 2$, das entspricht dem größten Lastausbreitungswinkel von $63,5^\circ$.

Fundamentplatten

Fundamentplatten sind Stahlbetonplatten unter der gesamten Gebäudefläche. Die Anordnung einer Fundamentplatte ist notwendig bei

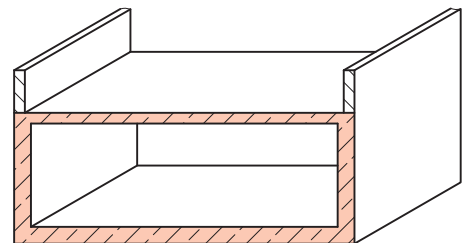
- wenig tragfähigem Baugrund,
- Baugrund aus unterschiedlichen Bodenarten,
- Einzelfundamenten, die zu dicht beieinander liegen würden.

Die Bauwerkslasten werden auf die gesamte Fundamentplatte verteilt und somit die vorhandene Bodenpressung herabgesetzt. Je nach statischen Verhältnissen wird die Fundamentplatte mit einer oberen oder doppelten Bewehrung hergestellt.



Wannen Gründungen

Wannengründungen sind dann vorzusehen, wenn außer senkrechten auch größere waagrecht oder schräg angreifende Kräfte aufgenommen werden müssen. Die Bauwerkslasten werden von der Bodenplatte und den Umfassungswänden ins Erdreich übertragen. Bodenplatte, Umfassungswände und Zwischenwände der Wanne werden durch Bewehrung zu einem einheitlichen Tragwerk verbunden.



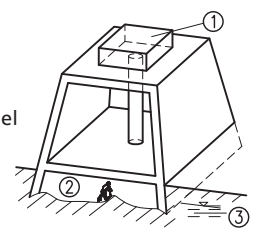
Tiefgründungen DIN EN 1536: 2010-12

Allgemeines

Tiefgründungen sind dann vorzunehmen, wenn ein Bauwerk z.B. auf stark wasserhaltigem, wenig tragfähigem Boden gegründet werden soll. Die Gründung wird mithilfe von Pfählen vorgenommen, die die wenig tragfähigen Bodenschichten durchstoßen und die Lasten auf den darunterliegenden höher belastbaren Boden übertragen.

Beispiel einer Druckluftgründung

- ① Druckschleuse
- ② Arbeitsraum
- ③ Grundwasserspiegel



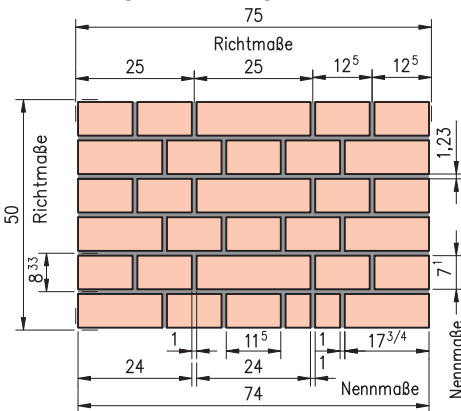
6.3.7 Maßordnung im Hochbau

DIN 4172: 2015-09

Die **Maßordnung** im Hochbau gewährleistet, dass sich immer gleiche Achsenabstände, Geschosshöhen, Mauerdicken usw. ergeben. Der Maßordnung liegt das Oktametersystem zugrunde: 1 m wird in acht gleiche Teile aufgeteilt, die die Grundlage für die Baurichtmaße bilden.

Die **Baurichtmaße** (R) sind zunächst rein theoretische Maße, nach denen man sich beim Errechnen der eigentlichen Baumaße, der **Baunennmaße**, richtet. Die Richtmaße bauen sich auf dem Grundmaß 25 auf, das in Teilen ($1/2, 1/3, 1/4$) oder ganzen Vielfachen (z. B. $2 1/4$) zur Anwendung kommt. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, das Achtmeter (= am = 12,5 cm) als Baumaßeinheit anzusehen.

Das Achtmeter des Zeichners entspricht genau dem Kopfmaß, mit dem der Maurer rechnet, weil alle Steinformate genormt und auf die Bauricht- der Maßordnung abgestimmt sind. Das Kopfmaß setzt sich aus der Steinbreite von 11,5 cm und der Fugendicke von 1 cm zusammen. Daraus ergibt sich wiederum, dass die Baurichtmaße immer die Fuge einschließen und Abstände von Mitte Fuge bis Mitte Fuge sind.



Beispiel für Bauricht- und Baunennmaße

Baunennmaße (N) sind die wirklichen Maße der Bauteile, die in die Bauzeichnung eingetragen werden. Betrachtet man die Steinformate herkömmlicher Mauersteine, so sind die unterschiedlichsten Steinarten trotzdem gleich lang oder hoch: 5,2 cm, 7,1 cm, 11,3 cm, 17,5 cm, 24 cm, 36,5 cm, 49 cm usw.

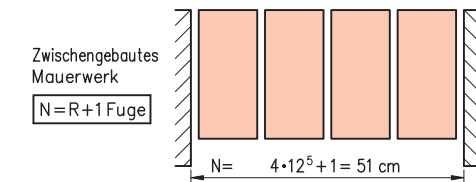
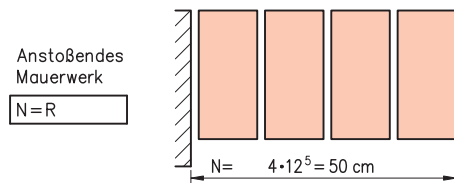
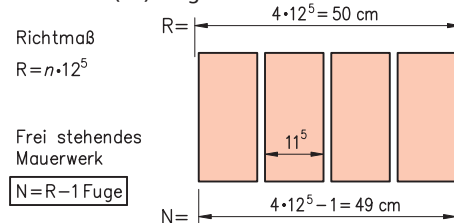
Steinformate und Baurichtmaßen

Bezeichnung	Baurichtmaß	- Fuge	= Nennmaß
Steinlänge	25 cm	- 1 cm	= 24 cm
Steinbreite	$25/2 \text{ cm} = 12,5 \text{ cm}$	- 1 cm	= 11,5 cm
Steinhöhe	$25/3 \text{ cm} = 8,33 \text{ cm}$	- 1,23 cm	= 7,1 cm
Steinhöhe	$25/4 \text{ cm} = 6,25 \text{ cm}$	- 1,05 cm	= 5,2 cm
Steinhöhe	$25/2 \text{ cm} = 12,5 \text{ cm}$	- 1,2 cm	= 11,3 cm

Berechnung von Mauermaßen

Die Berechnung von Mauermaßen aus der Zahl der Köpfe erfolgt nach den Richtmaßen für Mauersteine. Es bedeuten: n = Anzahl der Köpfe, R = Richtmaß, N = Nennmaß.

Als Beispiel sind im Folgenden Mauersteine im Normalformat (NF) aufgeführt:



Mauerdicken

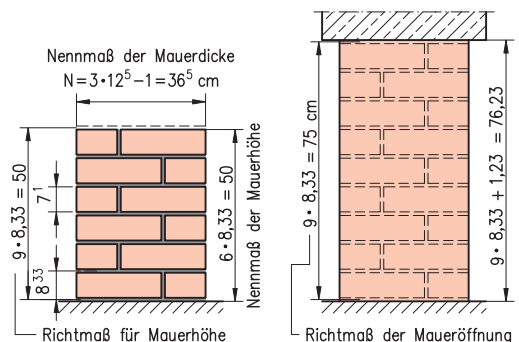
Sämtliche Mauerdicken werden wie freistehendes Mauerwerk berechnet.

Mauerhöhen

Das Richtmaß (R) beträgt hier: $R = n \cdot 8,33$

Höhe einer Mauer
Nennmaß N = Richtmaß R

Höhe einer Maueröffnung
Nennmaß N = Richtmaß R + 1 Fuge



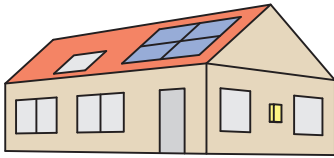
7.2.5 Nachweise nach der EnEV 2014 (Fortsetzung)

Beispiel für das Berechnungsverfahren (Referenzgebäude)

Ermittlung des Jahresprimärenergiebedarfs ($Q_{P,Ref}$) und des Transmissionswärmeverlusts (H'_{T}) für das Referenzgebäude mit den gleichen Geometriewerten wie bei dem zu errichtenden Gebäude

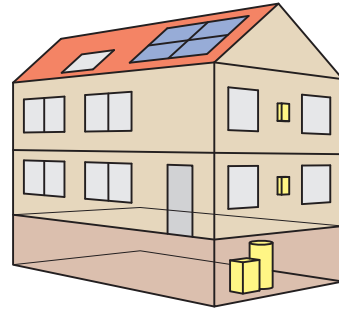
Beispiel 1

Einfamilienhaus (EFH) mit:
 Volumen $V_e = 480 \text{ m}^3$
 Hüllfläche $A = 360 \text{ m}^2$



Beispiel 2

Mehrfamilienhaus (MFH) mit:
 Volumen $V_e = 2500 \text{ m}^3$
 Hüllfläche $A = 1250 \text{ m}^2$



Die Berechnung erfolgt mit marktüblichen Softwareprogrammen nach DIN V 18599 oder DIN 4108-6. Es werden die Werte und Randbedingungen der Tabelle auf S. 7-13 angesetzt.

Kompaktheit $A/V_e = 0,75$
 Außenwand $U_{AW} = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 Fenster $U_W = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 Dach $U_D = 0,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 Bodenplatte $U_G = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 Wärmebrückenzuschlag = $0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 usw.

Kompaktheit $A/V_e = 0,5$
 Außenwand $U_{AW} = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 Fenster $U_W = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 Dach $U_D = 0,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 Bodenplatte $U_G = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 Wärmebrückenzuschlag = $0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 usw.

Außerdem werden die Parameter zur Luftdichtheit der Gebäudehülle, der Sonnenschutzvorrichtung, der Heizungsanlage, der Warmwasserbereitung und zur Kühlung und Lüftung angesetzt. Diese werden nach EnEV für das Referenzgebäude genau definiert (hier nicht aufgeführt, s. Tabelle S. 7-12).

Mit diesen Parametern wird entsprechend der Vorgaben der EnEV der Jahresprimärenergiebedarf ($Q_{P,Ref}$) und der Transmissionswärmeverlust (H'_{T}) für das Referenzgebäude berechnet.

Dies ist zugleich der zulässige Primärenergiebedarf des zu errichtenden Gebäudes.

Hier die beispielhaften Berechnungsergebnisse für das EFH und das MFH:¹⁾

Zulässig sind:
 $Q_{P,Ref} = 111,2 \text{ kWh/a}$
 $H'_{T,Ref} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Zulässig sind:
 $Q_{P,Ref} = 79,4 \text{ kWh/a}$
 $H'_{T,Ref} = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$

Die Höchstwerte für H'_{T} der Tabelle auf S. 7-13 dürfen dabei nicht überschritten werden.

Merke: Das kompaktere MFH darf, bezogen auf die Nutzfläche, deutlich weniger Primärenergie verbrauchen als das EFH.

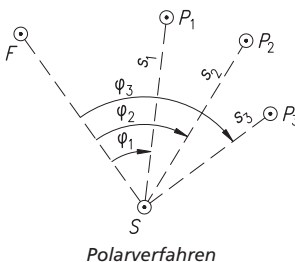
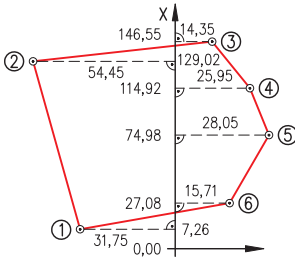
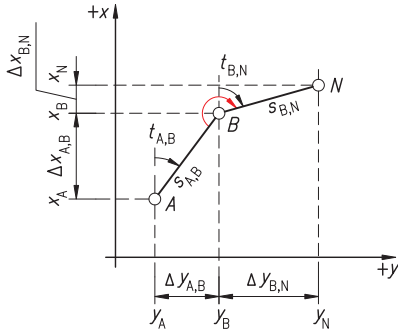
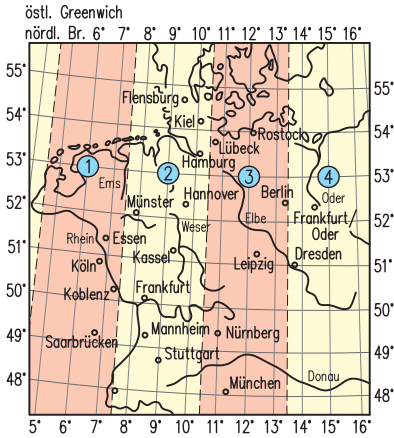
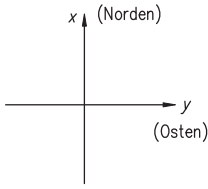
Im Weiteren wird nun das zu errichtende Gebäude mit den konkret verwendeten Baustoffen, Bauteilen und Ausrüstungen berechnet (s. nächste Seite).

¹⁾ Die Berechnung ist komplex und (fast) nur softwaregestützt realisierbar, sie ist hier nicht dokumentiert.

Rechenwerte für die Rohdichte (ρ), Wärmeleitzahl (λ), und Diffusionswiderstandszahl (μ) DIN 4108-4: 2017-03 und DIN EN ISO 10456: 2010-05							
Baustoff	Kennwerte			Baustoff	Kennwerte		
	ρ in kg/m ³	λ in W/mK	μ in [-]		ρ in kg/m ³	λ in W/mK	μ in [-]
Gestein, Schüttstoffe				Kunststoffe (Fortsetzung)			
Marmor	2800	3,50	10 000	Butylkautschuk	1 200	0,24	200 000
Schiefer	Bis 2800	2,20	1000/800	Ethylen-Propylendien, Monomer (EPDM)	1 150	0,25	6 000
Granit	2500 bis 2700	2,80	10 000	Polysulfid	1 700	0,40	10 000
				Abdichtstoffe			
Kunststein	1750	1,30	50	Bitumen	1 050	0,17	50 000
Naturbims	400	0,12	8/6	Bitumendachbahnen nach DIN 52 128	1 200	0,17	10 000–80 000
Bläherlite	≤100	0,06	3	Nackte Bitumenbahnen	1 200	0,17	2 000/20 000
Korkschrot	≤200	0,055		ECB-Kunststoffdachbahnen	–	–	50 000/90 000
Blähton	≤400	0,16		PVC-Kunststoffdachbahnen	–	–	10 000–30 000
Schaumlava	≤1200	0,22					
Dichtstoffe							
Silikon	1 200	0,13	50 000	Polyethylen-Folien $d = 0,15$ mm	–	–	$S_d = 50$ m
Polyurethanschaum	70	0,05	60	Aluminium-Folien $d \geq 0,05$ mm	–	–	$S_d = 1500$ m
Metalle							
Aluminiumlegierungen	2 800	160	∞	Glanzlack	–	–	$S_d = 3$ m
Bronze	8 700	65		Sonstige Stoffe			
Messing	8 400	120		Glas	2 500	1,00	∞
Kupfer	8 900	380		Gläsermosaik, Keramik	2 000	1,20	∞
Zink	7 200	110		Fliesen	2 000	1,00	–
Gusseisen	7 500	50		Sand, Kies, Splitt (trocken)	1 800	0,70	–
Blei	11 300	35		Granit, Marmor	2 800	3,50	10 000
Stahl	7 800	50		Lehm	1 800	0,95	5/10
Nicht rostender Stahl, austenitisch	7 900	17		Stahl	7 800	50	∞
Kunststoffe							
Acryl	1 050	0,20	10 000	Legierter Stahl	7 900	17	∞
Polycarbonate	1 200	0,20	5 000	Kupfer	8 900	380	∞
Polytetrafluorethylen (PTFE)	2 200	0,25	10 000	Aluminium	–	200	∞
Polyvinylchlorid (PVC)	1 390	0,17	50 000	Aluminiumlegierungen	2 800	160	∞
Polymethylmethacrylat (PMMA)	1 180	0,18		Blei	11 300	35	∞
Polyamid (Nylon)	1 150	0,25	10 000	Naturgummi	910	0,13	10 000
Polyethylen (PE)	980	0,50		Synthese-Kautschuk	1 200	0,24	200 000
Polystyrol (PS)	1 050	0,16		Energieform			Primärenergiefaktor
Polypropylen (PP)	910	0,22		Heizöl		1,1	
Polyurethan (PU)	1 200	0,25		Erdgas/Flüssiggas		1,1	
Epoxydharz	1 200	0,20		Steinkohle		1,1	
Phenolharz	1 300	0,30	Braunkohle		1,2		
Polyesterharz	1 400	0,19	Holz ¹⁾		0,2		
Neopren				Nah- und Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung ²⁾		0,19	
				Strom ³⁾		2,4	
				Umweltenergie (Solarenergie, Umgebungswärme u. ä.)		0,0	

¹⁾ Energieträger Holz enthält einen nicht „erneuerbaren Anteil“, da biogene Energieträger aus nachhaltiger Wirtschaft zeitgleich nachwachsen.
²⁾ Der primärenergiefaktor der Würzburger Fernwärmeversorgung. ³⁾ Ursprünglich nicht erneuerbarer Anteil; Aufgrund des zunehmenden Anteils von erneuerbaren Energien wurden der Primärenergiefaktor für elektrischen Strom in der EnEV von 3,0 auf 2,4 gesenkt.

8.3.4 Berechnungsmethoden



Polarverfahren

Koordinatensysteme

Das geodätische Koordinatensystem ist rechtsläufig angeordnet. Die senkrechte Achse ist die x-Achse (Abszisse), sie zeigt nach Norden.

Die waagerechte Achse ist die y-Achse (Ordinate), sie zeigt nach Osten. Die Achsen sind damit im Gegensatz zur analytischen Geometrie angeordnet.

In der deutschen Landesvermessung werden die Koordinaten im Gauß-Krüger'schen Meridianstreifensystem angegeben. Als Abszissenachsen sind dabei die Meridiane 6°, 9°, 12° gewählt.

Das UTM-System (Universale-Transverse-Mercator-System) verwendet ebenfalls das Gauß'sche Abbildungsverfahren, jedoch umfassen die Meridianstreifen jeweils sechs Längengrade. Die Zählung geht von dem 180. Längengrad aus, der die Kennziffer 1 erhält, und schreitet ostwärts fort.

Die Koordinaten im Gauß-Krüger'schen System werden Rechts- und Hochwert genannt.

R = Rechtswert H = Hochwert

Der Hochwert ist der Abstand des Punktes vom Äquator auf dem Bezugsmeridian.

Beispiele: Bestimme die Rechtswerte:

a) für einen Punkt A, der 16784,37 m östlich des 9°-Meridian liegt:

$$R_O = (9^\circ/3^\circ + 0,5) \cdot 10^6 \text{ m} = 3\,500\,000$$

$$R_A = R_O + Y_A = 3\,516\,784,37$$

b) für einen Punkt B der 53 245, 73 m westlich des 12°-Meridian liegt:

$$R_O = (12^\circ/3^\circ + 0,5) \cdot 10^6 \text{ m} = 4\,500\,000$$

$$R_B = R_O - Y_B = 4\,446\,754,27$$

Koordinatenberechnung

Gegeben A, B; gemessen β_B, s_{B-N}

Koordinaten des Neupunkts berechnen:

$$t_{A,B} = \tan \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

$$\Delta y_{B,N} = s \cdot \sin t_{B,N}$$

$$\Delta x_{B,N} = s \cdot \cos t_{B,N}$$

Lageplanaufnahmen

Eine Messungslinie wird als Achse (Abszisse) durch die aufzunehmende Fläche gelegt. Die aufzunehmenden Detailpunkte werden mithilfe eines Rechtwinkelpyramas aufgewinkelt. Auf der Abszissenachse werden die Fußpunkte eingemessen und die Längen der zugehörigen Ordinaten gemessen (Rechtwinkelder Orthogonalverfahren). Jeder Punkt ist durch die rechtwinkligen Koordinaten eindeutig festgelegt.

Zur Kontrolle werden zusätzlich die Begrenzungslinien der aufzunehmenden Fläche gemessen.

Handelt es sich um ein weitläufiges Gebiet, so wird zur Erzielung einer höheren Genauigkeit um das Gebiet ein Ringpolygon gelegt und an vorhandene Festpunkte angeschlossen. Als Messungslinien werden Verbindungen zwischen zwei Polygonpunkten gewählt.

Eine Alternative besteht in dem Polarverfahren, bei dem von einem Standpunkt aus die Richtungen (Winkel) und die Entfernungen zu den Aufnahmepunkten gemessen werden.

9.2.8 Höhenplan

Entwurfselemente im Höhenplan

Längsneigung

Anwendung:
Niedrige Längsneigungen aus Gründen der

- Verkehrssicherheit,
- Betriebskosten,
- Energieeinsparung,
- Emissionsminderung,
- Qualität des Verkehrsablaufs.

Andererseits sollen Längsneigungen möglichst dem Gelände angepasst werden, um

- das Landschaftsbild zu erhalten,
- das Stadtbild zu erhalten,
- die Baukosten zu vermindern.

Kuppen- und Wannenausrundung

Anwendung:
Kuppen- und Wannenhalmesser so wählen, dass

- sich eine ausgewogene Linienführung ergibt,
- das Landschaftsbild geschont wird,
- ein Höchstmaß an Sicherheit durch günstige Sichtweiten erreicht wird,
- keine zu hohen Baukosten verursacht werden.

Höchstlängsneigungen, Kuppen- und Wannemindesthalbmesser

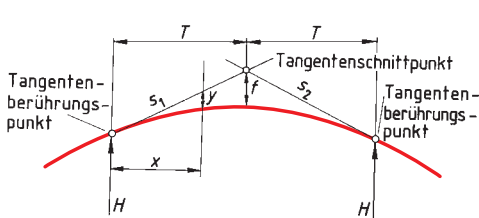
RAA¹⁾ 2008/RAL 2012²⁾

Entwurfsklasse ↑	Höchstlängsneigungen [%]	Kuppenmindesthalbmesser [m]	Wannenmindesthalbmesser [m]
EKA ³⁾ 1 A	4,0	13 000	8 800
EKA 1 B	4,5	10 000	5 700
EKA 2	4,5	5 000	4 000
EKA 3	6,0	3 000	2 600
EKL ⁴⁾ 1	4,5	≥ 8 000	≥ 4 000
EKL 2	5,5	≥ 6 000	≥ 3 500
EKL 3	6,5	≥ 5 000	≥ 3 000
EKL 4	8,0	≥ 3 000	≥ 2 000

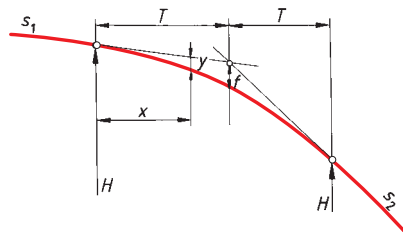
9-3 ↑

9

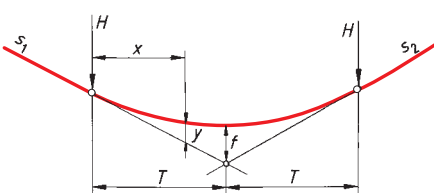
Kuppenausrundung bei Neigungswechsel



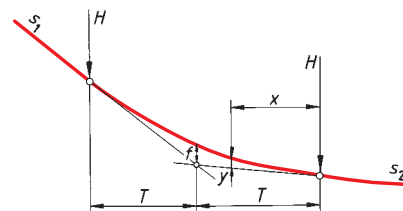
Kuppenausrundung bei Neigungsänderung



Wannenausrundung bei Neigungswechsel



Wannenausrundung bei Neigungsänderung



¹⁾ RAA = Richtlinien zur Anlage von Autobahnen.

²⁾ RAL 2012 = Richtlinien zur Anlage von Landstraßen.

³⁾ EKA = Entwurfsklasse für Autobahnen.

⁴⁾ EKL = Entwurfsklasse für Landstraßen.

9.4.4 Bauweisen

RSto 2012

Tafel 1: Bauweisen mit Asphaltdecke für Fahrbahnen auf F2- und F3-Untergrund/Unterbau
(Dickenangaben in cm; ▽ E_{v2} -Mindestwerte in MPa)

Zeile	Belastungsklasse	Bk 100	Bk 32	Bk 10	Bk 3,2	Bk 1,8	Bk 1,0	Bk 0,3																					
	B [Mio.]	> 32			> 10-32			> 3,2-10			> 1,8-3,2			> 1,0-1,8			> 0,3-1,0			≤ 0,3									
	Dicke des frostsich. Oberbaues ⁵⁾	55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65	35	45	55	65
1	Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht																												
	Asphaltdecke	12			12			12			10			4			4			4			4			100			
	Asphalttragschicht	22			18			14			12			16			14			10			10			10			
	Frostschuttschicht	Σ 34			Σ 30			Σ 26			Σ 22			Σ 20			Σ 18			Σ 14			Σ 14			Σ 14			
	Dicke der Frostschuttschicht	-	31 ²⁾	41	51	25 ³⁾	35	45	55	29 ³⁾	39	49	59	-	33 ²⁾	43	53	25 ³⁾	35	45	55	27	37	47	57	21	31	41	51
2.1	Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material																												
	Asphaltdecke	12			12			12																					
	Asphalttragschicht	14			10			8																					
	Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT)	15			15			15																					
	Frostschuttschicht	Σ 41			Σ 37			Σ 35																					
	Dicke der Frostschuttschicht	-	-	34 ²⁾	44	-	28 ³⁾	38	48	-	30 ²⁾	40	50																
2.2	Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material																												
	Asphaltdecke	12			12			12			10			4			4			4			4			4			
	Asphalttragschicht	18			14			10			10			12			10			10			10			10			
	Verfestigung	15			15			15			15			15			15			15			15			15			
	Schicht aus frostunempfindlichem Material – weit- oder intermittierend gestuft gemäß DIN 18196	Σ 45			Σ 41			Σ 37			Σ 35			Σ 31			Σ 29			Σ 29			Σ 29			Σ 29			
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	10 ⁴⁾	20 ⁴⁾	30	40	14 ⁴⁾	24	34	44	18 ⁴⁾	28	38	48	10 ⁴⁾	20	30	40	14 ⁴⁾	24	34	44	16 ⁴⁾	26	36	46	6 ⁴⁾	16	26	36
2.3	Asphalttragschicht und Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material																												
	Asphaltdecke	12			12			12			10			4			4			4			4			4			
	Asphalttragschicht	18			14			10			10			12			10			10			10			10			
	Verfestigung	20			20			20			20			15			15			15			15			15			
	Schicht aus frostunempfindlichem Material – enggestuft gemäß DIN 18196	Σ 50			Σ 46			Σ 42			Σ 40			Σ 31			Σ 29			Σ 29			Σ 29			Σ 29			
	Dicke der Frostschuttschicht	5 ⁴⁾	15 ⁴⁾	25	35	9 ⁴⁾	19 ⁴⁾	29	39	13 ⁴⁾	23	33	43	5 ⁴⁾	15 ⁴⁾	25	35	14 ⁴⁾	24	34	44	16 ⁴⁾	26	36	46	6 ⁴⁾	16 ⁴⁾	26	36
3	Asphalttragschicht und Schottertragschicht auf Frostschuttschicht																												
	Asphaltdecke	12			12			12			10			4			4			4			4			4			
	Asphalttragschicht	18			14			10			10			12			10			10			10			10			
	Schottertragschicht ⁷⁾	15			15			15			15			15			15			15			15			15			
	Frostschuttschicht	Σ 45			Σ 41			Σ 37			Σ 35			Σ 31			Σ 29			Σ 29			Σ 27			Σ 27			
	Dicke der Frostschuttschicht	-	-	30 ²⁾	40	-	34 ³⁾	44	-	28 ³⁾	38	48	-	30 ²⁾	40	-	24 ³⁾	34	44	-	16 ³⁾	26	36	46	-	18 ³⁾	28	38	
4	Asphalttragschicht und Kiestragschicht auf Frostschuttschicht																												
	Asphaltdecke	12			12			12			10			4			4			4			4			4			
	Asphalttragschicht	18			14			10			10			12			10			10			10			10			
	Kiestragschicht	20			20			20			20			20			20			20			20			20			
	Frostschuttschicht	Σ 50			Σ 46			Σ 42			Σ 40			Σ 36			Σ 34			Σ 32			Σ 32			Σ 32			
	Dicke der Frostschuttschicht	-	-	25 ³⁾	35	-	29 ³⁾	39	-	33 ³⁾	43	-	25 ³⁾	35	-	29 ²⁾	39	-	31 ²⁾	41	51	-	-	23 ³⁾	33	-	-	23 ³⁾	33
5	Asphalttragschicht und Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material																												
	Asphaltdecke	12			12			12			10			4			4			4			4			4			
	Asphalttragschicht	18			14			10			10			12			10			10			10			10			
	Schotter und Kiestragschicht	30 ⁵⁾			30 ⁵⁾			30 ⁵⁾			30 ⁵⁾			30 ⁵⁾			30 ⁵⁾			30 ⁵⁾			30 ⁵⁾			30 ⁵⁾			
	Frostschuttschicht	Σ 60			Σ 56			Σ 52			Σ 50			Σ 46			Σ 44			Σ 37			Σ 37			Σ 37			
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material	Ab 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere Restdicke ist mit dem darüberliegenden Material auszugleichen.																											

1) – 3) siehe Fußnoten 1) bis 3) Seite 9-35
 4) Nur ausführen, wenn das frostunempfindliche Material und das zu verfestigende Material als eine Schicht eingebaut werden.
 5) Bei Kiestragschicht in Belastungsklassen Bk 3,2 bis Bk 100 in 40 cm Dicke, in Belastungsklassen Bk 0,3 und Bk 1,0 in 30 cm Dicke.
 6) Alternativ: unter Beachtung von Abschnitt 3.3.3 der RSto 2012 auch Asphalttragschicht anwendbar.
 7) Alternativ: Abminderung der Asphalttragschicht um 2 cm dicker Schottertragschicht und $E_{v2} \geq 180$ MPa (in Belastungsklassen Bk 1,8 bis Bk 100) bzw. $E_{v2} \geq 150$ MPa.

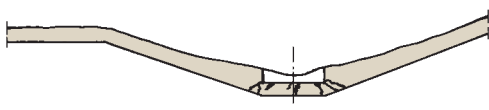
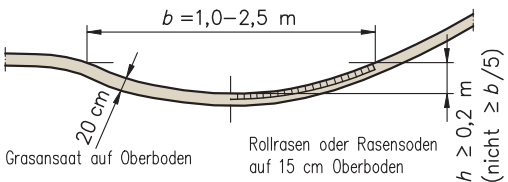
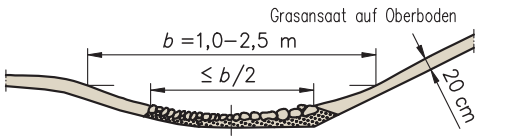
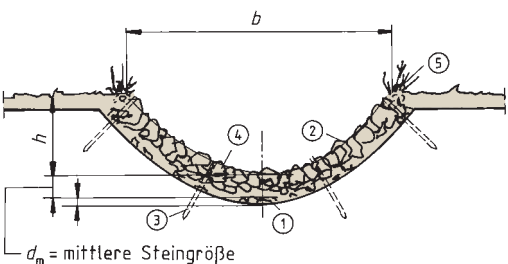
9.5 Straßentwässerung

Die auf befestigte Verkehrsflächen fallenden Niederschläge (Regen, Schnee usw.) müssen entwässert werden. Durch entsprechende Längs- (s) und Querneigung (q) der Fahrbahn soll das Wasser auf kurzem Weg dem Fahrbahnrand zugeführt werden. Dabei sind die in der Tabelle aufgeführten Querneigungen einzuhalten. Abweichungen von der Mindestquerneigung sind nur zulässig, wenn an jeder Stelle der Fahrbahn eine Schrägneigung (p) von $\geq 2,0\%$ vorhanden ist, die nur in Verwindungsstrecken auf $p \geq 0,5\%$ vermindert werden kann.

Querneigungen	Schrägneigungen	Berechnung
$p \geq 2,5\%$ bei bituminösen Decken $p \geq 2,5\%$ bei Betondecken $p \geq 3,0\%$ bei Pflasterdecken	$p \geq 2,0\%$ bei bituminösen Decken $p \geq 2,0\%$ bei Betondecken $p \geq 3,0\%$ bei Pflasterdecken	$p^2 = q^2 + s^2$

9.5.1 Entwässerungsmulden

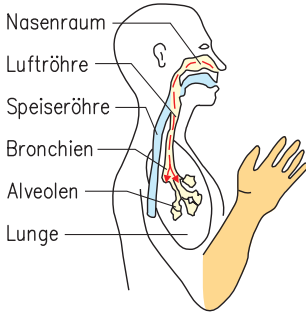
RAS-Ew¹⁾ 2005

Art	Gefälle	Erläuterung	Darstellung
Mulde mit glatter Sohlbefestigung	$I < 1\%$	Die glatte Sohlbefestigung erhöht die hydraulische Leistungsfähigkeit der Mulde.	 <p>Rinne aus Betonfertigteilen auf 10 cm Sandbettung</p>
Rasenmulde	$1\% < I < 3\%$	Die Befestigung besteht aus einer Oberbodenandeckung mit Raseneinsaat. Bei Erosionsgefahr sind Befestigungen aus Rollrasen oder Rasenmatten zweckmäßig.	 <p>Grasansaat auf Oberboden Rollrasen oder Rasenmatten auf 15 cm Oberboden $h \geq 0,2\text{ m}$ (nicht $\geq b/5$)</p>
Mulde mit rauher Sohlbefestigung	$4\% < I < 10\%$	Bei Gefällen I 4–5 % Befestigung aus Grobschotter auf 10 cm Kiessand oder Splitt Bei Gefällen I 5–10 % Befestigung aus Natursteinbruch, Pflaster oder Betonrasensteinen in 10 cm Kiessand oder Splitt	 <p>Grasansaat auf Oberboden $b = 1,0-2,5\text{ m}$ $\leq b/2$ $I = 4-5\%$ Grobschotter auf 10 cm Kiessand oder Splitt $I = 5-10\%$ Natursteinbruch, Pflaster oder Betonrasensteinen in 10 cm Kiessand oder Splitt</p>
Raubettmulde	$I > 10\%$	Die Energie des abfließenden Wassers wird durch die Art der Befestigung vermindert. Dazu werden Steine (Höhe 18–36 cm) dicht aneinander in geeigneter Bettung versetzt und bis zur halben Steinhöhe mit eingestreutem Splitt und Schotter verkeilt. Sicherung des Steinsatzes bei starkem Gefälle z. B. durch Holzpfähle 1 St/m^2	 <p>d_m = mittlere Steingröße</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Kiessand oder Splitt 15 cm (nur bei bindigem Boden) 2) Steinsatz (Randsteine größer) 3) Holzpfahl $\varnothing 8-10\text{ cm}$, $l = 0,8-1,20\text{ m}$ 4) Grobschotter einstreuen bis zur halben Steinhöhe 5) Weidenrutenbündel (wuchsfähig) – Faschinen

¹⁾ RAS-Ew = Richtlinie für die Anlage von Straßen Teil Entwässerung.

10.3 Gefahrstoffe am Arbeitsplatz

10.3.3 Aufnahmewege und Schutzmaßnahmen



Aufnahmewege	Schutzmaßnahmen
Eindringen: Gase Dämpfe, Stäube	Augenschutz, Ohrenschutz
Einatmen: Gase Dämpfe, Stäube, Aerosole	Absaugung am Entstehungsort, wirksame Arbeitsplatzbelüftung, Atemschutz mit geeignetem Filtereinsatz, siehe Spalte 14 u. 15, Seite 10-10 ff.
Verschlucken: Stäube, Flüssigkeiten	Nicht essen, trinken und rauchen am Arbeitsplatz
Hautresorption: (Aufnahme über die Haut) Stäube, Flüssigkeiten	Geeignete Hand- und/oder Arbeitsschutzkleidung oder ggf. Vollschutzanzug tragen

10.3.4 Quelle typischer Gefahrstoffe

Quelle	Gefahrstoffe ^{1), 2)}	Erläuterungen/Gesundheitsgefahren
Putze, Mörtel, Gips		Schadstoffabgabe bei Chemiegipsen; erhöhte Radioaktivität möglich, falls sie aus der Abfallproduktion der Phosphatindustrie stammen
Anhydrit		Schadstoffabgabe und erhöhte Radioaktivität möglich bei synthetischem Anhydrit
Misch- und Putzbinder		Je nach Bestandteilen Schadstoffabgabe und erhöhte Radioaktivität möglich
Polystyrolputz	z. B. Benzol ²⁾ ↑	Schadstoffabgabe aufgrund von Restmonomeren möglich
Blähperliteputz		Schadstoffabgabe aus der Hydrophobierung möglich
Zement	Chromate	Erhöhte Radioaktivität durch Zusätze (Hochofenschlacke) möglich; unsachgemäßer Umgang führt zu Verätzungen und Hauterkrankungen, weil Zement mit Wasser stark alkalisch wirkt. Der pH-Wert von Zementmörtel beträgt 13,2 bis 12. Erstarrungsbeschleuniger wie Natronwasserglas (pH-Wert ca. 13,8) verstärken diese Wirkung. Die zuweilen beigefügten löslichen Chromate, Nickel- und Kobaltsalze können Hautallergien bewirken.
Gussasphalt-Estrich	Bitumen ²⁾	Bitumen (Dampf und Aerosol) haben eine Krebs erzeugende Wirkung.
Polystyrolpartikelbeton	z. B. Benzol ²⁾ ↑	Schadstoffabgabe aufgrund von Restmonomeren möglich
Bauplatten: Holzfasertplatten, Spanplatten, Fertigtrennwände aus Spanplatten	Formaldehyd ¹⁾ ↑	Der verwendete Kunstharzleim (Phenol- oder Mealmin-Formaldehydharz) als Bindemittel führt zu unterschiedlichen Formaldehyd-Emissionen. Die Spanplatten sind entsprechend der Formaldehydabgabe in drei Klassen eingeteilt: E1 < 0,1 ml/m ³ ; E2 0,1–1,0 ml/m ³ ; E3 1,0–2,3 ml/m ³ . Belastungen von 0,01–1,5 ml/m ³ führen zu Augenreizungen; kann zu allergischen Erkrankungen führen und ist krebsverdächtig

¹⁾ AGW-Wert siehe S. 10-10 ff. und Fußnote 1) S. 10-2.

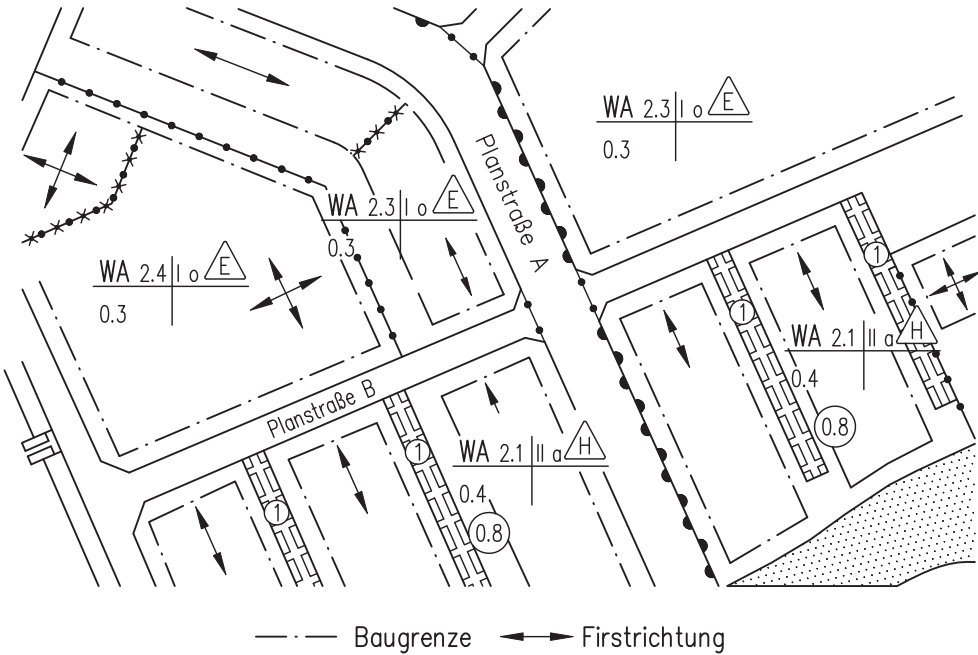
²⁾ TRK-Wert (Krebs erregender Stoff) siehe s. S. 10-10 ff. und Fußnote 2) S. 10-2.

11.8 Massenermittlung, Baustoffbedarf, Arbeitszeitbedarf

Beton- und Stahlbetonarbeiten					Zimmer- und Holzbauarbeiten			
Schalungsarbeiten, je m ²				Arb.-Std.		bezogen auf	Arb.-Std.	
Streifenfundamente				1,00	Kantholz aufladen	1 m ³	1,00	
Einzelfundamente				1,05		Bretter und Latten aufladen	1 m ³	1,20
Wände,	bis 3 m Höhe			1,00	Kantholz abladen, stapeln	1 m ³	1,00	
	bis 5 m Höhe			1,10	Bretter und Latten abladen, stapeln	1 m ³	1,20	
Stützen,	bis 0,25 m ²			1,85	Balkenlage abbinden und verlegen	1 m	0,22	
	größer 0,25 m ²			1,55	Balkenkopf mit Dachpappe isolieren	1 Stck	0,25	
	rund bis Ø 50 cm			4,00	Fachwerkswand abbinden u. aufstellen	1 m	0,32	
	rund größer Ø 50 cm			3,80	Dachhölzer abbinden und aufstellen	1 m	0,23	
Decken				1,20	wie zuvor, jedoch mit Schiftungen, Graten und Kehlen		1 m	0,32
Unterzüge,	bis 0,05 m ² Fläche			2,50	Bretter für Bretterbinder abbinden	1 m	0,12	
	bis 0,15 m ² Fläche			2,00	Bretterbinder aufstellen	1 m	0,30	
	größer 0,15 m ² Fläche			1,70	Sparrennagel einschlagen	1 Stck	0,03	
Treppen,	gerade			1,90	Pfettenschuh aus U-Stahl anbringen	1 Stck	0,30	
	gezogen			4,00	Balkenanker einbauen	1 Stck	0,15	
Stufen,	gerade			1,90	Kleineisenzeug einbauen	1 kg	0,15	
	gezogen			2,90				
Bewehrungsarbeiten, Arb.-Std. je 1 000 kg Rundstahl								
Durchmesser	Abladen	Schneiden und Biegen	Verlegen Decken + Wände	Verlegen Balken + Stützen	Wandschalung besäumt			
					Wandschalung gespundet			
bis 10					Deckenschalung, Nut- u. Feder, sichtb.			
bis 16					Deckenschalung, Holzfaserplatten			
größer 16					Gesimmschalung			
					Gesimmschalung mit Unterkonstruktion			
Baustahlgewebematten, Arb.-Std. je 1 000 kg					Lagerhölzer waagrecht verlegen			
Matten-gewicht	schneiden (Maschine)		Abladen + Verlegen		Fußboden verlegen			
					Fußbodenleisten anbringen			
					Dämmmatten aus Mineralwolle verlegen			
bis 3 kg					Kellertreppe, einläufig, gerade,			
bis 6 kg					12 Steigungen, herstellen			
über 6 kg					montieren			
Betonarbeiten, Arb.-Std. je m³				bewehrt	unbewehrt			
Sauberkeitsschicht				–	3,30	Treppengeländer, herstellen		
Fundament-Platte				2,35	2,15	gerade Treppe montieren		
Streifenfundament				2,45	2,10	Holzschutanstrich im Spritzverfahren		
Einzelfundament				2,40	2,15	auf rauen Flächen im Handanstrich		
Wände				3,30	3,00	Holzschutanstrich im Spritzverfahren		
Stützen				3,70	–	auf glatten Flächen im Handanstrich		
Decken				2,30	2,10			
Estricharbeiten					bezogen auf	Arb.-Std.		
Untergrund reinigen				1 m ²	0,05	Bodenbeläge im Mörtelbett:		
Untergrund aufräuen				1 m ²	0,25	Keramische Fliesen		
Haftbrücke aufbringen				1 m ²	0,15	Klinker, Kunststeinplatten		
Mischung einbringen und abziehen	3 cm			1 m ²	0,40	Riemchen		
	5 cm			1 m ²	0,50	Wandbelege im Mörtelbett:		
	8 cm			1 m ²	0,60	Keramische Fliesen		
Kunststofffolien-Abdeckung				1 m ²	0,05	Riemchen		
Dämmplatten-Abdeckung				1 m ²	0,22	Großformatige Wandplatten		
Schwimmender Estrich	3 cm			1 m ²	0,60	Sockel, 10 cm hoch		
	6 cm			1 m ²	0,80			
Verbundestrich	3 cm			1 m ²	0,45	Entwässerungsarbeiten		
	6 cm			1 m ²	0,80	Dränagerohre im Kiesbett verlegen		
wie zuvor, als Nutz-boden abgerieben	3 cm			1 m ²	0,55	Tonrohre mit Gefälle verlegen		
	6 cm			1 m ²	0,75	Abzweig, Rohrbogen einbauen		
Dehnungsfuge im Estrich ausbilden				1 lfdm	0,15	Fertigteilbetonring versetzen		
Trennschiene einbauen				1 lfdm	0,35			
Fußmattenrahmen einbauen				1 Stck	1,00	Gerüstarbeiten, je m²		
					Aufstellen und Abbauen einschl. Be- und Entladen			
					Stangengerüst			
					Leitergerüst			
					Schnellbaugerüst			
					Bockgerüst			


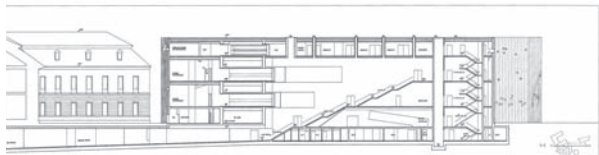
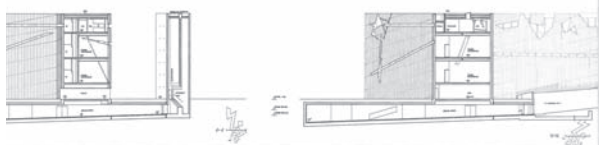
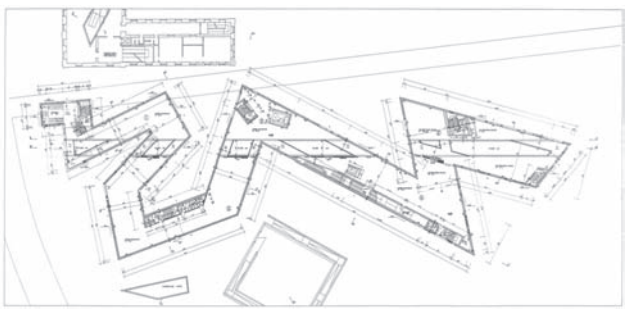

12.2.6 Bebauungsplan

Der Bebauungsplan baut auf den Angaben des Flächennutzungsplans auf und setzt die Einzelheiten der städtebaulichen Ordnung für ein genau begrenztes Teilgebiet der Gemeinde rechtsverbindlich fest.



<p>Inhalt (§ 9 BauGB)</p>	<p>Der Bebauungsplan soll enthalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Art und das Maß der baulichen Nutzung, die Bauweise, die Größe der Baugrundstücke, • Flächen für Nebenanlagen (Spiel-, Freizeit- und Erholungsflächen), Stellplätze und Garagen, • Flächen, auf denen Wohngebäude des sozialen Wohnungsbaus oder für besonderen Wohnbedarf errichtet werden dürfen, • Flächen, die von der Bebauung frei zuhalten sind, Verkehrsflächen, Versorgungsflächen, Flächen für die Führung von Versorgungsleitungen, • Flächen für die Abfallentsorgung, Abwasserbeseitigung und für Ablagerungen, • Grünflächen, wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel- und Badeplätze, Friedhöfe, • Flächen für Aufschüttungen, Abgrabungen oder für die Gewinnung von Steinen, Erden oder anderen Bodenschätzen, • Flächen für Landwirtschaft und Wald, • Flächen für Gemeinschaftsanlagen wie Kinderspielplätze, Freizeiteinrichtungen, • Gebiete, in denen bestimmte luftverunreinigende Stoffe nicht oder nur beschränkt verwendet werden dürfen, • von der Bebauung frei zuhaltende Schutzflächen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen, Flächen für das Anpflanzen von Bäumen und Sträuchern.
<p>Kennzeichnungen</p>	<p>Es sollen gekennzeichnet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flächen, bei denen besondere Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten erforderlich sind, • Flächen, unter denen Bergbau betrieben wird, • Flächen, die erheblich mit umweltgefährdenden Stoffen belastet sind.
<p>Nachrichtliche Inhalte</p>	<p>Nachrichtlich sollen übernommen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die aufgrund anderer gesetzlicher Bestimmungen getroffenen Festsetzungen enthalten • Denkmäler nach Landesrecht.

13.14 Dekonstruktivismus

Epoche	Dekonstruktivismus seit ca. 1988	
Erläuterung	Der Dekonstruktivismus löst die Postmoderne ab. Form Struktur werden scheinbar zerstört (Destruktion), dann aber wieder parallel zusammengefügt (Konstruktion). Die Neuordnung der Bau-massen wirkt wie „zusammengestürzt“. Die dekonstruktivistische Architektur wirkt spielerisch und erinnert an Formen aus dem Industriedesign	oder an dreidimensionale, körperhafte Kunst-objekte. Als erstes dekonstruktivistisches Gebäude gilt das Wohnhaus von Frank Gehry in Santa Monica (Um-bau 1977). Architektonische Kategorien wie Rei-hung und Symmetrie sind dem Dekonstruktivismus fern.
Baukörper	  	
Grundriss/Schnitt	  <p style="text-align: center;"><i>Daniel Libeskind's jüdisches Museum in Berlin (1999)</i></p>	
Beispiel	Vitara Feuerwache in Weil am Rhein von Zaha Hadid (1991), Guggenheim Museum in Bilbao von Frank Gehry (1997), UFA-Palast in Leipzig von Coop Himmelb(l)au (1997), Central Library in Seattle von Rem Koolhaas (2004)	