



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Bauberufe

Peschel · Kickler · Lindau · Mentlein · Schulzig · Trutzenberg

Tabellenbuch Bautechnik

Tabellen – Formeln – Regeln – Bestimmungen

Bearbeitet von Lehrern und Ingenieuren an berufsbildenden Schulen
und Fachhochschulen

Lektorat: Peter Peschel

15. Auflage 2019

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

Europa-Nr.: 42519

Mathematik
Naturwissenschaften
Statik, Lastannahmen
Bauzeichnen
Bauphysik/
Bautenschutz
Baustoffe
Baukonstruktion
Baubetrieb

Autoren des Tabellenbuches Bautechnik

Peschel, Peter	Oberstudiendirektor a.D.	Göttingen
Kickler, Jens	Dr.-Ing., Professor	Hannover
Lindau, Doreen	Studienrätin	Braunschweig
Mentlein, Horst	Dr.-Ing., Professor	Lübeck
Schulzig, Sven	Oberstudienrat	Kassel
Trutzenberg, Tobias	Studiendirektor	Essen

Lektorat

Peter Peschel

Für die Zusammenarbeit im Kapitel Mathematik danken wir Herrn StR Stefan Rappe (Göttingen).
Für die Zusammenarbeit im Kapitel Bauphysik/Bautenschutz danken wir Frau Dipl.-Ing. Eva Hornhardt (Wuppertal).

Bildbearbeitung

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Diesem Buch wurden die neuesten Ausgaben der DIN-Blätter sowie andere Bestimmungen und Richtlinien zugrunde gelegt (Redaktionsschluss 31.05.2018). Verbindlich sind jedoch nur die DIN-Blätter und jene Bestimmungen selbst.

Die DIN-Blätter können von der Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, bezogen werden.

Das vorliegende Werk wurde mit aller gebotenen Sorgfalt erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag für die Richtigkeit von Fakten, Hinweisen und Vorschlägen sowie für eventuelle Satz- und Druckfehler keine Haftung.

15. Auflage 2019

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-4277-4

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

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

Satz: PER MEDIEN & MARKETING GmbH, 38102 Braunschweig
Umschlag: Blick Kick Kreativ KG, 42653 Solingen
Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

Vorwort

Das „Tabellenbuch Bautechnik“ erweitert die bewährte Europa-Fachbuchreihe für Bauberufe. Es kann jedoch seines eigenständigen Charakters wegen sowohl allein als auch in Verbindung mit anderen Lehrbüchern in der Aus- und Weiterbildung sowie in der beruflichen Praxis verwendet werden. Es enthält sowohl Tabellen, Formeln, DIN-Normen, Regeln und Bestimmungen von Behörden und Institutionen als auch viele Stoffwerte und Konstruktionsgrößen.

Die Auswahl der Inhalte dieser Sammlung erfolgte unter weitgehender Berücksichtigung der Bundesrahmenlehrpläne für die Bauberufe und wurde auf der Grundlage der neusten Ausgaben aller einschlägigen deutschen und europäischen Regelwerke bearbeitet. Überall dort, wo die **neue Normengeneration** (Europäisches Regelwerk, Eurocode EC) in Deutschland anwendbar ist, wurde bereits eine in den einzelnen Kapiteln auf die Anwender abgestimmte neue Struktur gewählt.

Das „Tabellenbuch Bautechnik“ eignet sich als Nachschlagewerk für Auszubildende sowie Schülerinnen und Schüler der Berufsschule, der Berufsfachschule, der Berufsaufbauschule, der Fachoberschule, der Berufsoberschule und der beruflichen Gymnasien. Es ist darüber hinaus auch als Informationsquelle bei praktischen Ausbildungsmaßnahmen, bei der Fortbildung in Polier- und Meisterschulen/Technikerschulen, an Berufsakademien und Fachhochschulen sowie in der Berufspraxis geeignet.

Das Tabellenbuch ist eingeteilt in die Abschnitte

Mathematik	1
Naturwissenschaften	2
Statik und Lastannahmen	3
Technisches Zeichnen/Bauzeichnen	4
Bauphysik/Bautenschutz	5
Technologie der Baustoffe	6
Bautechnik und Baukonstruktion	7
Baubetrieb	8

Das Inhaltsverzeichnis am Anfang des Tabellenbuches wird durch Teilinhaltsverzeichnisse, Normenverzeichnisse und Literaturangaben vor jedem Hauptkapitel ergänzt.

Ein schneller Zugriff wird durch das bewährte Daumen-Griffregister ermöglicht. Großer Wert wurde auf die Übersichtlichkeit der Darstellung gelegt. Neben dem Inhaltsverzeichnis hilft ein umfangreiches **Sachwortverzeichnis** mit über **2200 Begriffen** beim schnellen Finden einzelner Fakten. Verweise sind durch ein Dreieck ► mit Seitenzahl gekennzeichnet.

Die vorliegende 15. Auflage wurde aktualisiert und nochmals erweitert.

Neu aufgenommen wurden u. a. die Teilkapitel:

Darstellung von Diagrammen (Kapitel 1), Statistik (Kapitel 1), Sinnbilder für die Oberflächenbehandlung und das Schweißen (Kapitel 4), Darstellung von Fenstern und Türen (Kapitel 4), Dünnbetonmörtel (Kapitel 6), Holz als Handelsware (Kapitel 6), Homogenbereiche (Kapitel 7) und Schalung von Sichtbetonflächen (Kapitel 8).

Überarbeitet und erweitert wurden die Teilkapitel:

Baulicher Schallschutz, planerische Grundlagen für Treppen, Ausführungen zur Planung, Zubereitung und Verarbeitung von Innen- und Außenputzen, Plandaten zu Grundflächen und Rauminhalte.

Allen, die durch ihre Anregungen zur Fortentwicklung des Tabellenbuches beigetragen haben – insbesondere den genannten Baufirmen, Institutionen und Verlagen –, sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Für Anregungen zur Weiterentwicklung, Verbesserungsvorschläge und Fehlerhinweise sind wir weiterhin dankbar. Sie können dafür unsere Adresse **lektorat@europa-lehrmittel.de** nutzen.

Göttingen, im Frühjahr 2019

Autoren und Verlag

Inhaltsverzeichnis

1	MATHEMATIK	7	3.5	Sicherheitskonzept	90
1.1	Zeichen, Begriffe und Tafeln	8	3.6	Spannungen und Festigkeiten	91
1.2	Rechenarten	14	3.7	Formänderungen, Steifigkeiten und Stabilität (Knicken)	94
1.3	Prozentrechnung und Zinsrechnung	19	3.8	Lastannahmen	97
1.4	Längen und Winkel	20	3.8.1	Wichte von Baustoffen und Bauteilen	97
1.5	Flächen	21	3.8.2	Eigenlasten für Dächer	100
1.6	Körper	24	3.8.3	Nutzlasten	101
1.7	Geometrie	27	3.8.4	Eigen- und Nutzlast, Trennwandzuschlag	103
1.7.1	Rechtwinklige Dreiecke	27	3.8.5	Windlasten	103
1.7.2	Winkelfunktionen	28	3.8.6	Schneelasten	106
1.7.3	Schiefwinklige Dreiecke	29			
1.7.4	Steigung	32	4	TECHNISCHES ZEICHNEN/BAUZEICHNEN	107
1.7.5	Strahlensätze und Ähnlichkeiten	33	4.1	Normschrift	109
1.8	Gleichungen und Ungleichungen	34	4.2	Zeichengeräte und Materialien	111
1.9	Taschenrechner und DV-Grundlagen	37	4.3	Bemaßung	113
1.10	Funktionen	40	4.4	Bauzeichnungen	116
1.11	Differenzialrechnung	44	4.5	Symbole in verschiedenen Bauzeichnungen	121
1.12	Integralrechnung	45	4.6	Grundkonstruktionen	133
1.13	Folgen und Reihen	47	4.7	Darstellende Geometrie	141
1.14	Statistik	48	4.8	Dachausmittlung	148
			4.9	Treppen	154
2	NATURWISSENSCHAFTEN	49	5	BAUPHYSIK/BAUTENSCHUTZ	161
2.1	Physikalische Größen, Einheiten und Formelzeichen	50	5.1	Dämmstoffe, Dichtungsstoffe und Sperrstoffe	163
2.2	Physikalische Grundlagen	52	5.2	Wärmeschutz	168
2.3	Gleichförmige und beschleunigte Bewegung	54	5.2.1	Physikalische Grundlagen	168
2.4	Arbeit, Energie, Leistung und Wirkungsgrad	56	5.2.2	Wärmetechnische Mindestanforderungen	169
2.5	Einfache Maschinen	57	5.2.3	Wärmebrücken	174
2.5.1	Hebel	57	5.2.4	Anforderungen an den Wärmeschutz im Sommer	175
2.5.2	Feste und lose Rollen	58	5.3	Energieeinsparverordnung (EnEV)	176
2.5.3	Seilwinde	58	5.4	Feuchteschutz und Tauwasserschutz	188
2.5.4	Schiefe Ebene, Schraube und Keil	59	5.4.1	Bauliche Schutzmaßnahmen	188
2.6	Wärmelehre	60	5.4.2	Klimabedingter Feuchtigkeitsschutz	191
2.7	Elektrotechnik	62	5.4.3	Feuchteschutztechnische Rechenwerte	192
2.8	Chemie	65	5.4.4	Feuchteschutztechnische Berechnungen	196
2.8.1	Elemente	66	5.4.5	Schimmelbildung	200
2.8.2	Chemische Verbindungen	68	5.5	Schallschutz	202
2.8.3	Chemie des Wassers	69	5.6	Brandschutz	209
2.8.4	Säuren, Laugen und Salze	70		Hauptnorm für den Brandschutz	209
2.8.5	Ausblühungen	71		EURO-Klassen für Baustoffe	211
2.8.6	Elektrolyse	71		Konstruktionsbeispiele	214
2.8.7	Gemische, Gemenge	72		Feuerschutzabschlüsse	217
2.8.8	Wichtige chemische Reaktionen	73			
2.8.9	Chemische Berechnungen	74			
3	STATIK UND LASTANNAHMEN	75			
3.1	Kräfte und Momente	77			
3.2	Gleichgewichtsbedingungen	79			
3.3	Statische Systeme	80			
3.4	Flächen, Schwerpunkte und Flächenmomente	88			

Inhaltsverzeichnis

6 TECHNOLOGIE DER BAUSTOFFE 219

6.1	Natürliche Gesteine	221
6.2	Künstliche Steine	224
6.2.1	Ziegel und Klinker	224
6.2.2	Kalksandsteine	227
6.2.3	Mauersteine aus Beton/Betonsteine	229
6.2.4	Porenbetonsteine	230
6.2.5	Hüttensteine	230
6.2.6	Gipsplatten (Wandbauplatten)	231
6.2.7	Dachsteine und Dachziegel	232
6.3	Fliesen, Platten und Pflastersteine	233
6.3.1	Keramische Fliesen und Platten	233
6.3.2	Natursteinplatten	234
6.3.3	Betonwerksteinplatten	234
6.3.4	Asphaltplatten	234
6.3.5	Pflastersteine	235
6.3.6	Bordsteine	236
6.3.7	Kanalklinker	236
6.4	Bindemittel	237
6.4.1	Zemente	237
6.4.2	Baukalke	240
6.4.3	Calciumsulfat-Binder	241
6.4.4	Baugipse	242
6.5	Gesteinskörnungen	243
6.5.1	Arten und Anforderungen	244
6.5.2	Eigenschaften und Anforderungen	245
6.5.3	Alkali-Empfindlichkeit	246
6.5.4	Kornzusammensetzung für Betone	247
6.5.5	Wasseranspruch	250
6.5.6	Mehlkorngehalt	250
6.6	Mörtel	251
6.6.1	Mauermörtel	251
6.6.2	Putzmörtel	253
6.6.3	Estrichmörtel	255
6.6.4	Dünnbettmörtel und Klebstoffe	256
6.6.5	Spezialmörtel	257
6.7	Beton	258
6.7.1	Einteilung des Betons in Klassen	259
6.7.2	Beton nach Expositionsklassen	259
6.7.3	Konsistenzklassen des Frischbetons	261
6.7.4	Druckfestigkeitsklassen Festbeton	262
6.7.5	Wasserzementwert	262
6.7.6	Feuchtigkeitsklassen und Rohdichteklassen	263
6.7.7	Standardbetonrezepte	263
6.7.8	Betonzusätze	265
6.7.9	Betonzusammensetzung Mischungsentwurf	265
6.7.10	Betonprüfungen	267
6.7.11	Verantwortlichkeiten	268

6.7.12	Nachbehandlung von Beton	268
6.7.13	Betonüberwachung	269
6.7.14	Transportbeton	270
6.7.15	Betondeckung der Bewehrung	271
6.8	Stahl, Betonstahl und Baumetalle	272
6.8.1	Eisenwerkstoffe	272
6.8.2	Betonstähle	273
6.8.3	Betonstahlmatten	275
6.8.4	Nichteisenmetalle	277
6.9	Holz	278
6.9.1	Aufbau des Holzes und Bauholzarten	278
6.9.2	Eigenschaften	280
6.9.3	Bauschnittholz und Konstruktionsvollholz	282
6.9.4	Holzwerkstoffe	288
6.9.5	Holzschutz	293
6.10	Kunststoffe	296
6.11	Befestigungssysteme	298
6.11.1	Befestigungstechnik	298
6.11.2	Befestigungs-Systemplan	300
6.11.3	Befestigungen am Bauwerk	302
6.12	Bauglas, Glas	304
6.13	Ungebundene Schichten im Verkehrswegebau	306
6.14	Bitumige Stoffe	307
6.14.1	Bitumen	307
6.14.2	Teer und Pech	309
6.14.3	Asphalt	309
6.14.4	Dachpappen, Dachbahnen und Dichtungsbahnen	311
6.15	Anstrichstoffe	312
6.16	Gefahrstoffe im Bauwesen	314

7 BAUTECHNIK UND BAUKONSTRUKTION 319

7.1	Mauerwerksbau	321
7.1.1	Maßordnung im Hochbau	321
7.1.2	Gemauerte Wände	322
7.1.3	Charakteristische Druckfestigkeiten	323
7.1.4	Vereinfachte Bemessungsmethode für tragende Mauerwände	324
7.1.5	Kelleraußenwände	327
7.1.6	Nichttragende innere Trennwände	328
7.1.7	Statische und konstruktive Maßnahmen	329
7.1.8	Außenmauerwerk	332
7.1.9	Sonderbauteile aus Mauerwerk	334
7.1.10	Mauerwerk aus Naturstein	336
7.1.11	Mauerwerksverbände	337
7.1.12	Ziegeldecken – Deckensysteme	339
7.1.13	Hausschornsteine	341
7.2	Betonbau, Stahlbetonbau und Spannbetonbau	342
7.2.1	Übersicht und Zuordnung	342

Inhaltsverzeichnis

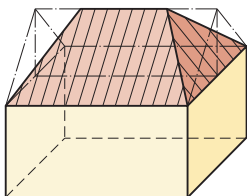
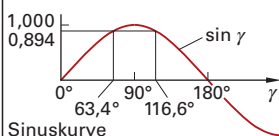
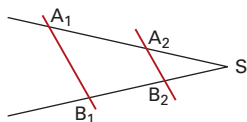
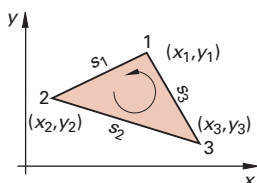
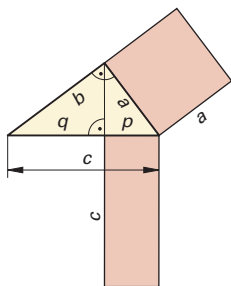
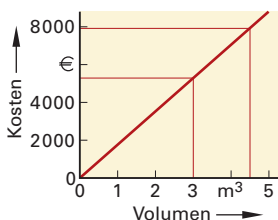
7.2.2	Bemessung auf Druck – unbewehrter Beton	343
7.2.3	Bemessung für Biegung	344
7.2.4	Bemessung für Querkraft	346
7.2.5	Allgemeine Bewehrungsregeln	348
7.2.6	Querschnittstablen für Balken- und Plattenbewehrung	357
7.2.7	Konstruktionshinweise für Balken und Platten	359
7.2.8	Bemessen und Bewehren	362
7.2.9	Spannbetonbau	373
7.3	Holzbau	374
7.3.1	Einstufungen im Holzbau	374
7.3.2	Festigkeitswerte	376
7.3.3	Bemessungsregeln	377
7.3.4	Querschnittswerte	379
7.3.5	Versätze	380
7.3.6	Zimmermannsmäßige Holzverbindungen	381
7.3.7	Holzkonstruktionen	383
7.3.8	Verbindungsmittel	389
7.4	Dächer/Flachdächer	397
7.4.1	Planungsgrundlagen für Dachdeckungen	398
7.4.2	Dachflächenfenster	400
7.4.3	Dachabdichtungen	401
7.4.4	Dachrinnen und Regenfallrohre	404
7.5	Stahlbau	405
7.5.1	Rechenverfahren	405
7.5.2	Profilstablen	407
7.5.3	Schraubenverbindungen	408
7.5.4	Schweißverbindungen	410
7.5.5	Knicken	411
7.6	Fertigteilbau	412
7.7	Rohrleitungsbau	414
7.7.1	Versorgung	414
7.7.2	Entsorgung	420
7.8	Geotechnik, Bodenmechanik und Grundbau	427
7.8.1	Baugrunderkundung	427
7.8.2	Bodenklassifikation	430
7.8.3	Bodenkennwerte	434
7.8.4	Korngrößenverteilung	436
7.8.5	Verdichtungsprüfungen	439
7.8.6	Flächengründungen	440
7.8.7	Gebäudesicherung, Bodenaushubgrenzen, Unterfangung	442
7.8.8	Erddruck	443
7.9	Straßenbau	444
7.9.1	Einteilung der Straßen	444
7.9.2	Linienführung	445
7.9.3	Querschnitte	446
7.9.4	Höhenplan	448
7.9.5	Querneigung	449

7.9.6	Straßenoberbau und Fahrbahnaufbau	450
7.9.7	Mengenberechnung im Erdbau	455
7.10	Wasserbau und Hydraulik	456
7.10.1	Hydrostatik	456
7.10.2	Hydrodynamik	458
7.10.3	Flüssigkeitsbewegung in vollen Rohren	458
7.10.4	Gerinnehydraulik	459
7.10.5	Bemessung von Rohren für Freigefälleleitungen	460

8 BAUBETRIEB 461

8.1	Vermessung und Bauabsteckung	462
8.1.1	Vermessungsgeräte	462
8.1.2	Grundlagen	463
8.1.3	Lagemessungen	464
8.1.4	Zeichen im Vermessungswesen	465
8.1.5	Höhenmessungen	467
8.1.6	Koordinatenberechnungen	469
8.1.7	Polygonzugberechnung	469
8.1.8	Gebäudeabsteckung	470
8.1.9	Bogenabsteckung	471
8.2	Kostengliederung, Grundflächen und Rauminhalte	473
8.2.1	Kosten von Hochbauten	473
8.2.2	Grundflächen und Rauminhalte	476
8.2.3	Wohnungen und Wohnflächen	479
8.2.4	Wohnflächenverordnung	480
8.3	Baurecht	481
8.3.1	Baugesetzbuch	481
8.3.2	Elemente des Baurechts	482
8.3.3	Landesbauordnungen	484
8.3.4	Baunutzungsverordnung und Planzeichenverordnung	484
8.3.5	Kataster und Grundbuch	486
8.3.6	Auswahl wichtiger Rechtsbegriffe	486
8.4	Baustoffbedarf und Arbeitszeitbedarf	487
8.5	Kalkulation	489
8.6	Bauvertragsrecht	492
8.7	Bauplanung	497
8.8	Schalungsbau und Gerüstbau	501
8.8.1	Schalungsbau	501
8.8.2	Gerüstbau	505
8.9	Baugruben	509
8.10	Baustellenabsicherung	512
Quellen – Anschriften – Internetadressen		514
Sachwortverzeichnis		515
IN DEN UMSCHLAGSEITEN		
Umwandlung von Gleichungen		
Physikalische Größen		

1 MATHEMATIK





































1.1 Zeichen, Begriffe und Tafeln	8	1
■ Zahlenwerte	■ Konstanten	
■ Umwandlungstabellen	■ Auf- und Abrunden	
■ Winkelfunktionswerte	■ Kreisabschnittswerte	
1.2 Rechenarten	14	2
■ Grundrechenarten	■ Klammerregeln	
■ Bruchrechnung	■ Dreisatz	
■ Potenzen	■ Wurzeln	
■ Zahlenmengen		
1.3 Prozentrechnung und Zinsrechnung	19	
■ Grundwert	■ Prozentwert	
■ Prozentsatz	■ Kapital und Zinsen	
1.4 Längen und Winkel	20	
■ Längenteilungen		
■ Winkel und Winkeinteilung		
1.5 Flächen	21	3
■ Viereck	■ Dreieck	
■ Vieleck	■ Kreis	
■ Kreisteile	■ Ellipse	
1.6 Körper	24	4
■ Gerade Körper	■ Spitze Körper	
■ Runde Körper	■ Reguläre Polyeder	
■ Rampe		
1.7 Geometrie	27	
1.7.1 Rechtwinklige Dreiecke	27	
1.7.2 Winkelfunktionen	28	
1.7.3 Schiefwinklige Dreiecke	29	
1.7.4 Steigung	32	
1.7.5 Strahlensätze und Ähnlichkeiten	33	
1.8 Gleichungen und Ungleichungen	34	5
■ Äquivalenzumformung	■ Ungleichungen	
■ Beträge	■ Lineare Gleichungen	
■ Quadratische Gleichungen		
■ Lineare Gleichungssysteme		
1.9 Taschenrechner und DV-Grundlagen	37	
■ Grafikfähiger Taschenrechner	38	6
1.10 Funktionen	40	
■ Koordinatensystem	■ Lineare Funktionen	
■ Quadratische Funktionen		
■ Polynomfunktionen und Nullstellenberechnung		
■ Trigonometrische Funktionen		
■ Logarithmusfunktionen	■ Exponentialfunktionen	
■ Diagramme mit quantitativer Darstellung		
■ Diagramme mit qualitativer Darstellung		7
1.11 Differenzialrechnung	44	
■ Ableitung einer Funktion	■ Ableitungsregeln	
1.12 Integralrechnung	45	
■ Integrationsregeln		
■ Integrale elementarer Funktionen		
1.13 Folgen und Reihen	47	8
1.14 Statistik	48	

1.1 Zeichen, Begriffe und Tafeln

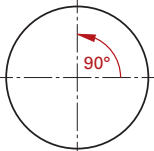
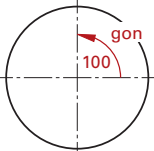
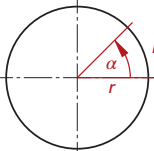
Technische und naturwissenschaftliche Zusammenhänge werden meist in ihrer kürzesten Form durch Formeln beschrieben. Basisgrößen, Basiseinheiten und die Vorsätze vor Einheiten werden in der DIN 1301 benannt, allgemeine Formelzeichen werden *kursiv* geschrieben und in DIN 1304 festgesetzt.

Mathem. Zeichen	Sprechweise	Mathem. Zeichen	Sprechweise	Mathem. Zeichen	Sprechweise
=	gleich	Σ	Summe von, Summe aller	L, M, \dots	Menge L, M, \dots
\neq	ungleich	Π	Produkt von, Produkt aller	$x \in M$	x ist Element von M
$:=$	definitionsgemäß gleich	$\sqrt{\quad}$	Quadratwurzel aus	$x \notin M$	x ist nicht Element von M
\approx	ungefähr gleich	$\sqrt[n]{\quad}$	n -te Wurzel aus	$L \subset M$	L ist Teilmenge von M
\dots	usw., bis	$n!$	n -Fakultät	$L \cup M$	L vereinigt mit M
\triangleq	entspricht	$\binom{n}{k}$	n über k	$L \cap M$	L geschnitten mit M
$<$	kleiner als	\lim	Limes von ...	$L \setminus M$	L vermindert um M
\leq	kleiner oder gleich	$f(x)$	f (Funktion) von x	$A \Leftarrow B$	wenn A , dann B
$>$	größer als	\forall	Ypsilon-Strich	$A \Leftrightarrow B$	A genau dann, wenn B
\geq	größer oder gleich	$\int \dots dx$	Integral über ... dx	\neg, \wedge, \vee	nicht, und, oder
\gg	sehr groß gegen	Δx	Delta- x	\overline{AB}	Strecke
\ll	sehr klein gegen	%	Prozent	\widehat{AB}	Bogen
\approx	asymptotisch gleich	‰	Promille	$\overrightarrow{AB}, \overleftarrow{AB}$	Vektor
\sim	proportional	π	pi (= 3,14159...)	g	Gerade
\equiv	kongruent zu	e	e (= 2,71828...)	\sphericalangle	Winkel
\perp	senkrecht auf	∞	unendlich	$\sphericalangle, \sphericalangle$	rechter Winkel, gemessen
\parallel	parallel zu	$N^*, \mathbb{Z}, \mathbb{Q}$	Menge der natürlichen, ganzen, rationalen und	m	Steigung
$ x $	Betrag von x	\mathbb{R}	reellen Zahlen	P, Q	Punkte
$+$	plus	$\{\dots\}$	Menge der Elemente ...	x, y, z	Koordinaten
$-$	minus	$\emptyset, \{\}$	leere Menge	l	Länge
\times, \cdot	mal			A	Fläche
$:/$	durch, geteilt durch			V	Volumen

Römische Zahlen		Deutsches Alphabet									
I = 1	XL = 40										
II = 2	L = 50	A a	B b	C c	D d	E e	F f	G g	H h	I i	
III = 3	LX = 60										
IV = 4	LXX = 70	J j	K k	L l	M m	N n	O o	P p	Q q	R r	
V = 5	LXXX = 80										
VI = 6	XC = 90	S s	T t	U u	V v	W w	X x	Y y	Z z		
VII = 7	C = 100										
VIII = 8	CCC = 300	Ä ä	Ö ö	Ü ü	(End-)s	ß	ch	sch	ck		
IX = 9	CD = 400										
X = 10	D = 500										
XI = 11	DCCC = 800										
XIV = 14	CM = 900										
XIX = 19	XM = 990										
XX = 20	IM = 999										
XXI = 21	M = 1000										

Große Zahlen		Griechisches Alphabet							
10^6 = Million		$A \alpha$	$B \beta$	$\Gamma \gamma$	$\Delta \delta$	$E \varepsilon$	$Z \zeta$	$H \eta$	$\Theta \vartheta$
10^9 = Milliarde		Alpha	Beta	Gamma	Delta	Epsilon	Zeta	Eta	Theta
10^{12} = Billion		$I \iota$	$K \kappa$	$\Lambda \lambda$	$M \mu$	$N \nu$	$\Xi \xi$	$O \omicron$	$\Pi \pi$
10^{18} = Trillion		Iota	Kappa	Lambda	My	Ny	Xi	Omikron	Pi
10^{24} = Quadrillion		$P \rho$	$Z \varsigma$	$T \tau$	$\Upsilon \upsilon$	$\Phi \phi$	$X \chi$	$\Psi \psi$	$\Omega \omega$
10^{30} = Quintillion		Rho	Sigma	Tau	Ypsilon	Phi	Chi	Psi	Omega
10^{36} = Sextillion									

1.1 Zeichen, Begriffe und Tafeln

Umwandlungstabellen			
Längeneinheiten 1 km = 1000 m			
⇒	× 10	× 10	× 10
1 m 0,1 m 0,01 m 0,001 m	10 dm 1 dm 0,1 dm 0,01 dm	100 cm 10 cm 1 cm 0,1 cm	1000 mm 100 mm 10 mm 1 mm
	: 10	: 10	: 10 ⇐
Flächeneinheiten 1 km² = 1 000 000 m²			
⇒	× 100	× 100	× 100
1 m² 0,01 m² 0,0001 m² 0,000001 m²	100 dm² 1 dm² 0,01 dm² 0,0001 dm²	10000 cm² 100 cm² 1 cm² 0,01 cm²	1000000 mm² 10000 mm² 100 mm² 1 mm²
	: 100	: 100	: 100 ⇐
Volumeneinheiten 1 km³ = 1 000 000 000 m³			
⇒	× 1000	× 1000	× 1000
1 m³ 0,001 m³ 0,000001 m³ 0,000000001 m³	1000 dm³ 1 dm³ 0,001 dm³ 0,000001 dm³	1000000 cm³ 1000 cm³ 1 cm³ 0,001 cm³	1000000000 mm³ 1000000 mm³ 1000 mm³ 1 mm³
	: 1000	: 1000	: 1000 ⇐
Zeiteinheiten			
(Jahr) 1 a = 365 d (Monat) 1 m = (1/12) a	(Tag) 1 d = 24 h (Stunde) 1 h = 60'	(Minute) 1' = 60" (Sekunde) 1" = (1/60)'	
Umrechnung Winkleinheiten 180° ≙ 200 ^{gon}			
	Grad (°; auch Altgrad, Taschenrechneranzeige: DEG von englisch Degree) Vollkreis = 4 × 90° = 360° Unterteilungen: 1° = 60' (Minuten, Winkel-Minuten) 1' = 60" (Sekunden, Winkel-Sekunden) Umrechnungen: 1,4° = 1° + 0,4° · $\frac{60'}{1°}$ = 1° + 24' = 1°24' 1°24' = 1° + 24' · $\frac{1°}{60'}$ = 1° + 0,4° = 1,4°		
	Gon (^{gon} ; auch Neugrad, Taschenrechneranzeige: GRAD) ▶ S. 37 Vollkreis = 4 × 100 ^{gon} = 400 ^{gon} Umrechnungen: 1 ^{gon} = $\frac{360°}{400^{gon}}$ · 1 ^{gon} = 0,9° 1,4 ^{gon} = 1,4 ^{gon} · 9°/10 ^{gon} = 1,26° 1,26° = 1,26° · 10 ^{gon} /9° = 1,4 ^{gon}		
	Radian oder Bogenmaß (rad, Taschenrechneranzeige: RAD) ▶ S. 37 Definition $\alpha = \frac{b}{r}$ Vollkreis $\alpha = 2\pi = 6,28 \dots$ Umrechnungen: 1 rad = 180°/π = 57,296° 1° = π/180° = 0,0175 rad 1 ^{gon} = π/200 ^{gon} = 0,0157 rad		
Besondere Längeneinheiten		Besondere Flächeneinheiten	
1 Zoll (") = 2,54 cm 1 inch = 1 Zoll 1 mile = 1609 m 1 mil = 0,0245 mm 1 ft = 0,3048 m (foot) 1 yd = 0,9144 m (yard)		1 km² = 100 ha 1 ha = 100 a 1 a = 100 m² 1 Morgen = 25 a 1 sq in = 6,452 cm² 1 sq ft = 0,0929 m²	
Besondere Volumeneinheiten			
		1 hl = 100 l 1 barrel = 1,59 hl 1 gallon = 4,546 l 1 l = 1 dm³ 1 cu in = 16,39 cm³ (cubic inch)	

1

2

3

4

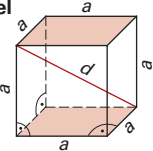
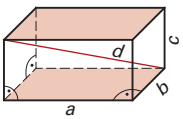
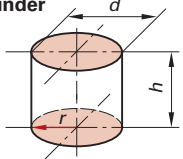
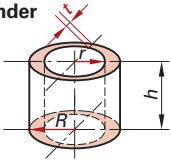
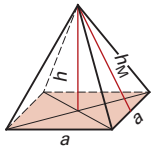
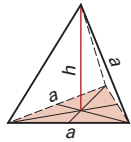
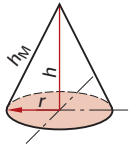
5

6

7

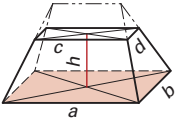
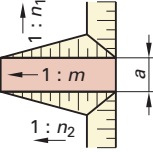
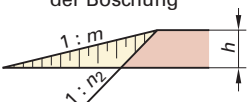
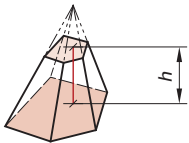
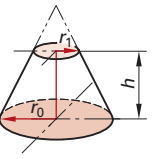
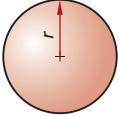
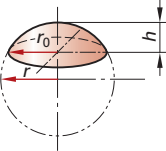
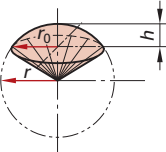
8

1.6 Körper

1	Würfel 	A Grundfläche V Volumen O Oberfläche a Seitenlänge d Raumdiagonale	$A = a^2$ $V = A \cdot a$ $V = a^3$ $O = 6 \cdot a^2$ $d = \sqrt{3} \cdot a$ $d \approx 1,732 \cdot a$
2	Quader, Prisma 	A Grundfläche V Volumen O Oberfläche a, b, c Seitenlängen d Raumdiagonale	$A = a \cdot b$ $V = A \cdot c$ $V = a \cdot b \cdot c$ $O = 2 \cdot (a \cdot b + b \cdot c + c \cdot a)$ $d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$
3	Zylinder 	A Grundfläche V Volumen M Mantelfläche O Oberfläche r Radius d Durchmesser h Höhe	$A = \pi \cdot r^2$ $V = A \cdot h$ $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$ $M = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$ $O = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (r + h)$ $d = 2 \cdot r$
4	Hohlzylinder 	A Grundfläche V Volumen O Oberfläche R Außenradius r Innenradius t Wanddicke h Höhe	$A = \pi \cdot (R^2 - r^2)$ $V = A \cdot h$ $V = \pi \cdot h \cdot (R^2 - r^2)$ $V = \pi \cdot h \cdot t \cdot (R + r)$ $t = R - r$ $O = 2 \cdot \pi \cdot h \cdot (R + r) + 2 \cdot \pi \cdot (R^2 - r^2)$ $O = 2 \cdot \pi \cdot (R + r) \cdot (h + t)$
5	Pyramide 	V Volumen A Grundfläche U Grundumfang h_M Mantelhöhe O Oberfläche M Mantelfläche h Höhe a Seitenlänge	$V = \frac{1}{3} \cdot A \cdot h$ $M = \frac{1}{2} \cdot U \cdot h_M$ $A = a^2$ $O = M + A$ $U = 4 \cdot a$
6	Tetraeder 	V Volumen A Grundfläche a Seitenlänge h Höhe M Mantelfläche O Oberfläche	$V = \frac{\sqrt{2}}{12} \cdot a^3 \approx 0,118 \cdot a^3$ $O = \sqrt{3} \cdot a^2 \approx 1,732 \cdot a^2$ $M = \frac{3}{4} \cdot O \approx 1,299 \cdot a^2$ $A = \frac{1}{4} \cdot O \approx 0,433 \cdot a^2$ $h = \frac{\sqrt{6}}{3} \cdot a \approx 0,816 \cdot a$
7	Kegel 	V Volumen A Grundfläche r Radius h Höhe h_M Mantelhöhe M Mantelfläche O Oberfläche	$A = \pi \cdot r^2$ $V = \frac{1}{3} \cdot A \cdot h = \frac{\pi}{3} \cdot r^2 \cdot h$ $M = \pi \cdot r \cdot h_M$ $O = \pi \cdot r \cdot (h_M + r)$ $h_M = \sqrt{r^2 + h^2}$ $h = \sqrt{h_M^2 - r^2}$
8			$A = \pi \cdot r^2$ $V = \frac{1}{3} \cdot A \cdot h = \frac{\pi}{3} \cdot r^2 \cdot h$ $M = \pi \cdot r \cdot h_M$ $O = \pi \cdot r \cdot (h_M + r)$ $h_M = \sqrt{r^2 + h^2}$ $h = \sqrt{h_M^2 - r^2}$

 $V_{\text{Gerade Körper}} = \text{Grundfläche} \times \text{Höhe}$
 $V_{\text{Spitzer Körper}} = \frac{1}{3} \text{Grundfläche} \times \text{Höhe}$

1.6 Körper

Prismatoid und Keil ($d = 0$) (Obelisk) 	V Volumen a, b Seitenlängen der Grundfläche c, d Seitenlängen der Deckfläche h Höhe A_0 Grundfläche A_1 Deckfläche	$V = \frac{h}{6} \cdot [a \cdot b + c \cdot d + (a + c) \cdot (b + d)]$ $A_0 = a \cdot b$ $A_1 = c \cdot d$ <p>Sonderfall Keil/Walmdach: $d = 0$</p> $V = \frac{1}{6} \cdot h \cdot b \cdot (2 \cdot a + c)$	1
Rampe 	$1 : m$ Steigung der Rampe $1 : n_1$ Steigung der Böschung 	$V = \frac{h^2}{6} \cdot \left(3 \cdot a + 2 \cdot n_1 \cdot h \cdot \frac{m - n_2}{m} \right) \cdot (m - n_2)$ <p>für $n_2 = 0$ (z.B. lotrechte Wand)</p> $V = \frac{h^2}{6} \cdot (3 \cdot a + 2 \cdot n_1 \cdot h) \cdot m$	2
Pyramidenstumpf 	V Volumen A_0 Grundfläche A_1 Deckfläche h Höhe A_m ist der zur Grundfläche parallele Querschnitt in halber Höhe	$V = \frac{h}{3} \cdot (A_0 + A_1 + \sqrt{A_0 \cdot A_1})$ $V \approx \frac{h}{2} \cdot (A_0 + A_1)$ $A_m = \frac{1}{4} \cdot (A_0 + A_1 + 2 \cdot \sqrt{A_0 \cdot A_1})$ $V = \frac{h}{6} \cdot (A_0 + A_1 + 4 \cdot A_m)$	3
Kegelstumpf 	V Volumen r_0 Radius der Grundfläche r_1 Radius der Deckfläche h Höhe h_M Mantelhöhe M Mantelfläche O Oberfläche	$V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (r_0^2 + r_0 \cdot r_1 + r_1^2)$ $h_M = \sqrt{(r_0 - r_1)^2 + h^2}$ $M = \pi \cdot h_M \cdot (r_0 + r_1)$ $O = \pi \cdot (r_0^2 + r_1^2 + h_M \cdot r_0 + h_M \cdot r_1)$ <p>Mantelfläche = Oberfläche – Deckfläche – Grundfläche</p>	4
Kugel 	V Volumen O Oberfläche r Radius d Durchmesser	$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ $V \approx 4,189 \cdot r^3$ $O = 4 \cdot \pi \cdot r^2$ $d = 2 \cdot r \quad d = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot V}{\pi}}$	5
Kugelabschnitt 	V Volumen M Mantelfläche (Kugelkappe) O Oberfläche h Höhe r Kugelradius r_0 Radius der Grundfläche	$V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h^2 \cdot (3 \cdot r - h)$ $M = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$ $O = \pi \cdot (h^2 + 2 \cdot r_0^2)$ $O = \pi \cdot (4 \cdot r \cdot h - h^2)$ $r_0 = \sqrt{h \cdot (2 \cdot r - h)}$	7
Kugelausschnitt 	V Volumen O Oberfläche h Höhe r Kugelradius r_0 Ausschnittradius	$V = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$ $O = \pi \cdot r \cdot (2 \cdot h + r_0)$ $r_0 = \sqrt{h \cdot (2 \cdot r - h)}$	8

4.9 Treppen

Grundlagen

► S. 101, 369

Bequemlichkeit und Sicherheit beim Begehen einer Treppe sind vom Steigungsverhältnis (dem Verhältnis von Auftrittsweite a zur Steigungshöhe s) und der Treppenneigung abhängig. Dem Steigungsverhältnis ist eine durchschnittliche Schrittlänge von 63 cm zugrunde gelegt. Anzahl der Steigungen n und Steigungshöhe s richten sich nach dem zu überwindenden Höhenunterschied. Als Orientierung für die Planungsmaße sollten die gewählten Abmessungen in allen Fällen der Schrittmassformel und der Gehsicherheitsformel entsprechen. Gebäudetreppen sind nach DIN 18065: 2015-03 auszuführen.

Schrittmassformel (DIN 18065)

$$\begin{array}{rcl} 2 \text{ Steigungen} & + & 1 \text{ Auftritt} = 59 \text{ cm bis } 65 \text{ cm} \\ 2s & + & a = 63 \text{ cm (üblich)} \end{array}$$

Gehsicherheitsformel (Empfehlung)

$$\begin{array}{rcl} \text{Auftrittsweite} & + & \text{Steigung} = 46 \text{ cm } (\pm 1 \text{ cm}) \\ a & + & s = 46 \text{ cm (üblich)} \end{array}$$

Bequemlichkeitsregel (Empfehlung)

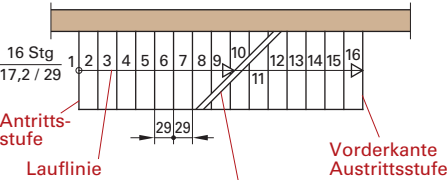
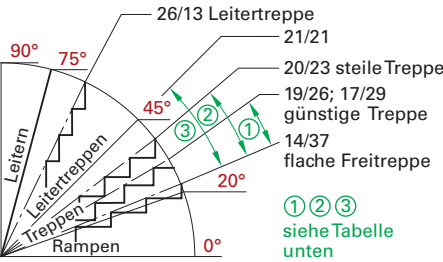
$$\begin{array}{rcl} \text{Auftrittsweite} & - & \text{Steigung} = 12 \text{ cm} \\ a & - & s = 12 \text{ cm} \end{array}$$

$$\text{Steigungsverhältnis} = \frac{\text{Steigungshöhe}}{\text{Auftrittsweite}}$$

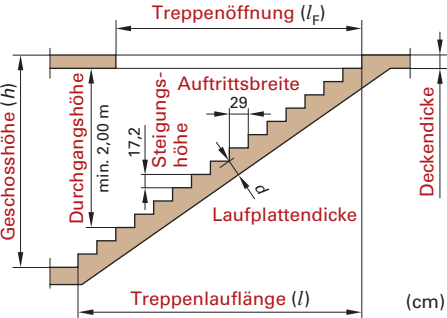
$$\text{Anzahl der Steigungen } n = \frac{\text{Geschosshöhe}}{\text{Steigungshöhe}}$$

$$\text{Anzahl der Auftritte} = \text{Anzahl der Steigungen} - 1$$

$$\text{Lauflänge} = \text{Anzahl der Auftritte} \times \text{Auftrittsweite}$$



Darstellung der Horizontalschnittlinie in etwa 1 m über Geschosfußboden



Richtwerte für Wohnhaustreppen

Geschosshöhe (h)	Steigungsanzahl (n)	Steigungshöhe (s) cm	Auftrittsanzahl ($n - 1$)	Auftrittsweite (a) cm	Lauflänge (l) m
2,25 m Keller-treppen	12	18,7	11	25	2,75
	13	17,3	12	26	3,12
2,75 m	14	19,6	13	23,9	3,11
	15	18,3	14	26,5	3,71
	16	17,2	15	28,8	4,32


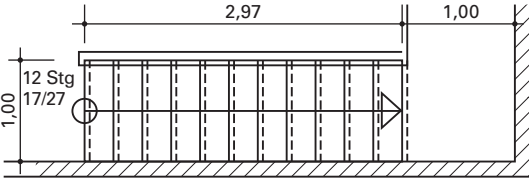
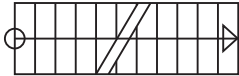
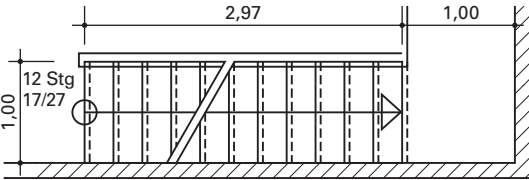

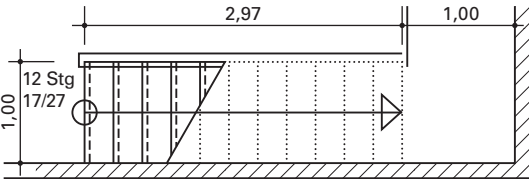
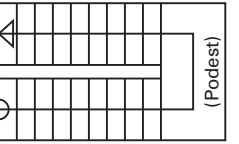
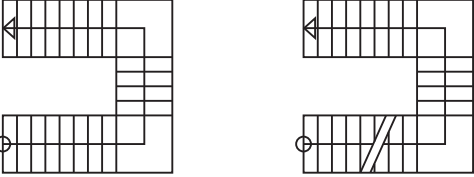
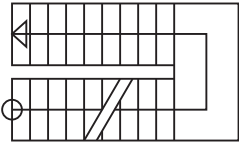
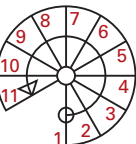

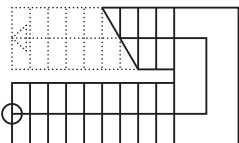
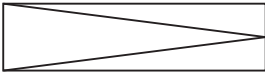

Maßliche Anforderungen (DIN 18065) (Fertigmaße im Endzustand)

Maße in cm

Gebäudeart	Treppenart	min. nutzbare Laufbreite	Steigung s min.	Steigung s max.	Auftritt a min.	Auftritt a max.
Grenzmaße für Gebäude und Wohngebäude im Allgemeinen	baurechtlich notwendige Treppen ①	100	14	19	26	37
	baurechtlich nicht notwendige (zusätzliche) Treppen ③	50	14	21	21	37
Grenzmaße für Wohngebäude bis 2 Wohnungen und innerhalb von Wohnungen	baurechtlich notwendige Treppen ②	80	14	20	23	37
	baurechtlich nicht notwendige (zusätzliche) Treppen ③	50	14	21	21	37

Durch die Toleranzen dürfen die angegebenen Minimal- und Maximalmaße nicht unterschritten und/oder überschritten werden. Bei notwendigen Treppen ist sicherzustellen, dass die Maße im fertigen Zustand den Transport von Personen durch den Rettungsdienst erlauben.

4.9 Treppen

Treppen – Vereinfachte Darstellung (DIN 1356: 1995-02)			
einläufige Treppen	<p>Treppenlauf gerade einläufige Treppe Draufsicht</p> 	oberstes Geschoss	
	<p>Treppenlauf horizontal geschnitten mit darunterliegendem Lauf</p> 	Normalgeschoss	
	<p>Treppenlauf horizontal geschnitten mit Darstellung oberhalb der Schnittebene</p> 	unterstes Geschoss	
zweiläufige Treppen	<p>Treppenlauf zweiläufig gegenläufige Treppe mit Zwischenpodest</p> 	dreiläufige Treppe	<p>dreiläufige U-Treppe mit zwei Zwischenpodesten</p> 
	<p>Treppenlauf horizontal geschnitten mit darunterliegendem Lauf</p> 	gewendelte Treppe	 <p>1 Antritt (Antrittsstufe) 11 Austritt (Austrittsstufe)</p>  <p>z. B. Wendeltreppe, Spindeltreppe, Bogentreppe aus gleichen keilförmigen Stufen, mit 11 Steigungen</p>
	<p>Treppenlauf horizontal geschnitten mit Darstellung oberhalb der Schnittebene</p> 	Rampe	  <p>z. B. barrierefreie Erschließung bei flacher Neigung bis max. 6 % Steigung, ohne Quergefälle, bei mehr als 6 m Rampenlänge ist ein Zwischenpodest mit $l \geq 1,50$ m notwendig</p>

4

5

6

7

8

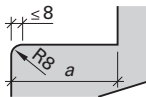
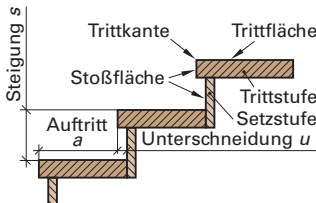
Berechnung gerader Treppen

Geschosshöhe =

Lichte Geschosshöhe
+ Dicke der Decke
+ Fußbodenaufbau EG
– Fußbodenaufbau UG

Die Zahl der Auftritte ist um 1 kleiner als die Zahl der Steigungen. Das optimale **Steigungsverhältnis** ergibt bei einer Steigung von 17 cm und einem Auftritt von 29 cm einen Steigungswinkel von 30°.

Bezeichnung an Stufen

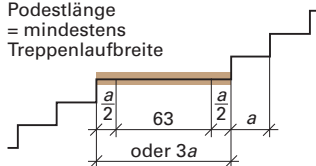


Der Auftritt wird gemessen von der Vorderkante einer Stufe zur Vorderkante der nachfolgenden Stufe, bis zu einer Tiefe des Kantenprofils von maximal 8 mm (R 8). Ansonsten wird der Auftritt bis zur Profiltiefe gemessen.

Podestflächen: Am An- bzw. Austritt von Treppenläufen sowie bei längeren Treppenläufen nach mehr als 18 Steigungen erforderlich.

Podestlänge = $(a + 2 s) + a$

Podestlänge = mindestens Treppenlaufbreite



Die lichte **Treppendurchgangshöhe** muss mindestens **200 cm** betragen.

Schrittmaßformel $2 s + a = 63 \text{ mm}$

Geschosshöhe in cm	Anzahl der Steigungen	Steigung s cm	Anzahl der Auftritte	Auftrittsweite a cm	Treppenlauflänge Grundmaß cm	Grundmaßbereich cm
272	14	19,43	13	24,14	314	288 ... 342
	15	18,13	14	26,73	374	343 ... 403
	16	17,00	15	29,00	435	404 ... 465
273	14	19,50	13	24,00	312	286 ... 341
	15	18,20	14	26,60	372	342 ... 401
	16	17,06	15	28,88	433	402 ... 463
275	14	19,64	13	23,72	308	284 ... 339
	15	18,33	14	26,34	369	340 ... 399
	16	17,19	15	28,62	429	400 ... 461
279	15	18,60	14	25,80	361	333 ... 390
	16	17,44	15	28,13	422	391 ... 451
	17	16,41	16	30,18	483	452 ... 515
280	15	18,67	14	25,67	359	331 ... 388
	16	17,50	15	28,00	420	389 ... 449
281	17	16,47	16	30,06	481	450 ... 513
	15	18,73	14	25,53	357	329 ... 386
290	16	17,56	15	27,88	418	387 ... 447
	17	16,53	16	29,94	479	448 ... 511
	15	19,33	14	24,33	341	313 ... 369
291	16	18,13	15	26,75	401	370 ... 430
	17	17,06	16	28,88	462	431 ... 494
	15	19,40	14	24,20	339	311 ... 368
291	16	18,19	15	26,63	399	369 ... 428
	17	17,12	16	28,76	460	429 ... 492
	15	19,47	14	24,07	337	309 ... 366
292	16	18,25	15	26,50	398	367 ... 426
	17	17,18	16	28,65	458	427 ... 490
293	15	19,53	14	23,93	335	307 ... 364
	16	18,31	15	26,38	396	365 ... 425
	17	17,24	16	28,53	456	426 ... 488
300	16	18,75	15	25,50	338	353 ... 411
	17	17,65	16	27,71	443	412 ... 472
	18	16,67	17	29,67	504	473 ... 538
301	16	18,81	15	25,38	381	351 ... 410
	17	17,71	16	27,59	441	411 ... 471
	18	16,72	17	29,56	502	472 ... 536
302	16	18,88	15	25,25	379	349 ... 408
	17	17,76	16	27,47	440	409 ... 469
	18	16,78	17	29,44	501	470 ... 535
305	16	19,06	15	24,88	373	343 ... 402
	17	17,94	16	27,12	434	403 ... 463
	18	16,94	17	29,11	495	464 ... 529
306	16	19,13	15	24,75	371	341 ... 400
	17	18,00	16	27,00	432	401 ... 461
	18	17,00	17	29,00	493	462 ... 527
307	16	19,19	15	24,63	396	339 ... 398
	17	18,06	16	26,88	430	399 ... 459
	18	17,06	17	28,89	491	460 ... 525

4.9 Treppen

Verziehen von Treppen

Funktionalität und Bauweise eines Gebäudes fordern oft eine Abweichung von geradlinig verlaufenden Treppen. Auf alle von der Grundform (einläufig gerade Treppe) abweichenden Planungen sind ebenfalls die genannten Richtwerte und Planungsgrößen anzuwenden.

DIN 18065 legt die **Toleranzen** für **s** und **a** mit maximal $\pm 0,5$ cm fest. Bei gewendelten Treppen darf davon abgewichen werden.

Wird es erforderlich, eine Treppe durch Verziehen der Stufen zu wenden, ergibt sich eine kreisbogenförmige Krümmung der Lauflinie. Die Auftrittsbreite erfährt weder im geraden Teilbereich der Lauflinie noch im gekrümmten eine Reduzierung. Keilförmige Auftritte ergeben sich im gewendelten Treppenbereich durch unterschiedliche Abmessungen an Innen- und Außenwange.

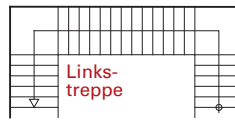
Die Stufen sind so zu verziehen, dass ein gleichförmiger Übergang entsteht. Um symmetrische Anordnung zu erzielen, sollte die Anzahl der zu verziehenden Stufen ungerade sein. Bei **viertelgewendelten Treppen** sind i.d.R. 7 Stufen, bei **halbgewendelten Treppen** 13 Stufen zu verziehen. Je größer die Anzahl der verzogenen Stufen, desto sicherer wird die Benutzung der Treppe.

DIN 18065 legt die **Anforderungen** fest:

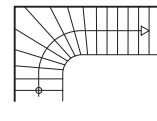
- In Wohngebäuden mit bis zu zwei Wohnungen müssen Wendelstufen an der schmalsten Stelle der Innenwange einen Auftritt von $a' \geq 50$ mm, in allen übrigen Gebäuden einen Auftritt von $a' \geq 100$ mm aufweisen.
- Gemessen wird das Sehnenmaß, unabhängig ob Bogen- oder Winkelausführung vorliegt.
- Im geraden Teil eines gewendelten Treppenauslaufes dürfen höchstens bis zu einer Länge von 3,5 Aufritten verzogene Stufen angeordnet werden.

Arbeitsschritte (zeichnerisches Verziehen)

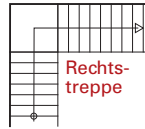
- Umrisse der Treppe, Lauflinie, Treppennachse und Eckstufe einzeichnen
- Von der Eckstufe aus nach links und rechts die Auftrittsbreiten auf der Lauflinie antragen und nummerieren
- Vorder- und Hinterkante der Eckstufe verlängern ergibt den Punkt A auf der Treppennachse.
- Erste und letzte gerade Steigungslinie (2 und 11) festlegen und verlängern ergibt Punkt F.
- Strecke AF im Verhältnis 1 : 2 : 3 : 4 ... teilen ► S. 133 beim Verziehen von 9 Stufen mit 10 dazugehörigen Steigungslinien; **Anzahl der Teile** entspricht der Anzahl verzogener Steigungslinien, plus erste und letzte gerade Steigungslinie der Draufsicht.



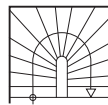
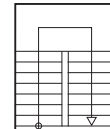
dreiläufige abgewinkelte Treppe mit Zwischenpodesten



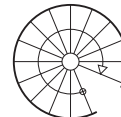
einläufige viertelgewendelte Treppe



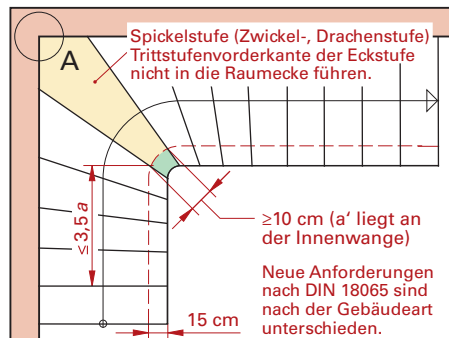
zweiläufige gewinkelte bzw. gegenläufige Treppe mit Zwischenpodest (links Viertelpodest, rechts Halbpodest)



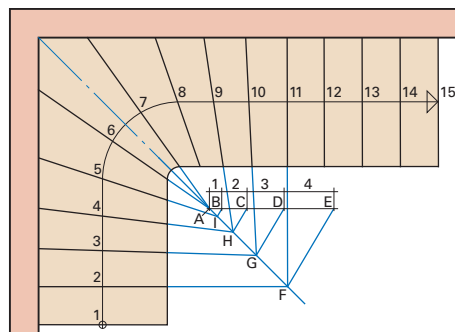
einläufige halbgewendelte Treppe



Wendeltreppe (volle Wendelung, Spindeltreppe)



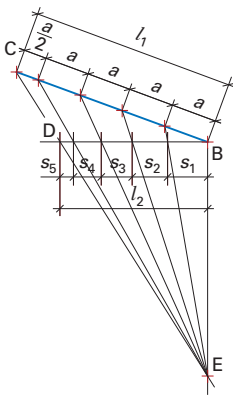
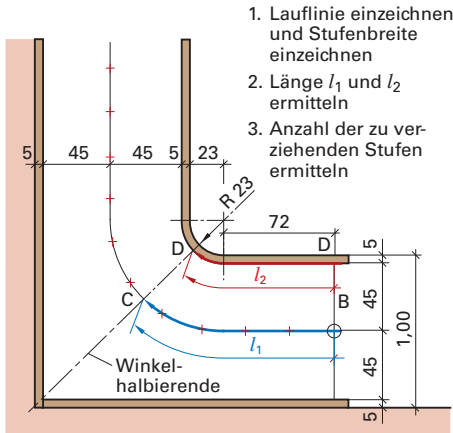
In der Praxis bewährte Konstruktion: Einläufige viertelgewendelte Treppe mit 15 Stufen und 14 Aufritten



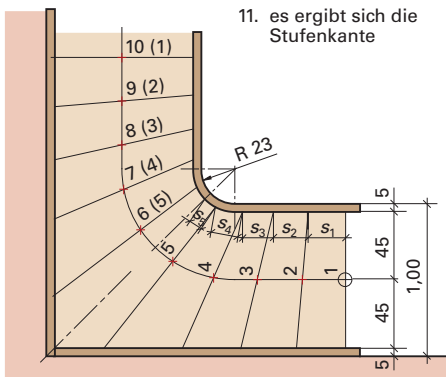
Konstruktives Verziehen einer einläufigen viertelgewendelten Treppe nach der Verhältnismethode

Verziehen von Treppen

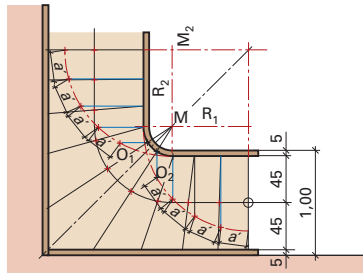
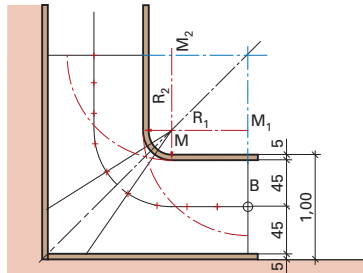
Trittstufenverziehen nach der Winkelmethode



- Laufflinie einzeichnen und Stufenbreite einzeichnen
 - Länge l_1 und l_2 ermitteln
 - Anzahl der zu verziehenden Stufen ermitteln
-
- The diagram illustrates the construction of a staircase profile. The top view shows a horizontal axis with points A, B, C, D, E. A red line l_2 is drawn from A to B, and a blue line l_1 is drawn from B to C. The side view shows the profile of the staircase with dimensions: total width 72, riser height 1.00, tread depth 0.45, and nosing width 0.05. Point B is marked at the start of the first riser.
- Aufriss für das Verziehen erstellen
 - l_2 auftragen (horizontale Achse), im Punkt B im $\approx 20^\circ$ die Linie l_1 auftragen
 - auf A die Stufenanzahl und Breite auftragen
 - Punkt C mit Punkt E (durch Punkt D) verbinden
 - Stufenkante auf l_2 auftragen
 - Maße l_2 auf den Aufriss übertragen
 - Maße l_2 mit den Punkten auf der Laufflinie (Maße von l_1) verbinden
 - es ergibt sich die Stufenkante



Trittstufenverziehen nach der Kreismethode



1. wie bei der Winkelmethode 1 ... 4 ► **vgl. links**
5. die Schnittpunkte M_1 und M_2 markieren (Verlängerung der ersten und letzten geraden Stufe)
6. von den Punkten M_1 und M_2 je einen Viertelkreis schlagen
7. die Sprickelschnittpunkte am Krümmling werden auf die Bögen gelotet (Ende des Viertelkreises)
8. Bogenteillänge durch die Anzahl der Stufen teilen und einzeichnen
9. die Punkte winklig zur Wangeninnenseite loten
10. diese Punkte mit den Punkten auf der Lauflinie verbinden und nach außen verlängern
11. es ergibt sich die Stufenkante

Rechnerische Verziehung

- | | | |
|-----------|--|---|
| y | Faktor, der die Art der Wendelung angibt: | |
| | bei viertelgewendelten Treppen | 1 |
| | bei halbgewendelten Treppen | 2 |
| | bei dreiviertelgewendelten Treppen | 3 |
| | bei voll gewendelten Treppen | 4 |
| b | Abstand der Lauflinie von der Innenkante der Freiwange oder der 15-cm-Hilfslinie | |
| a | Auftrittsbreite einer nicht verzogenen Stufe | |
| a' | schmalste Auftrittsbreite in cm | |
| m | Anzahl der zu verziehenden Stufen | |

Schmalste Auftrittsbreite a'

$$a' = a - \frac{y \cdot b \cdot \pi}{m + 1} \quad (\text{Ma\ss e in cm})$$

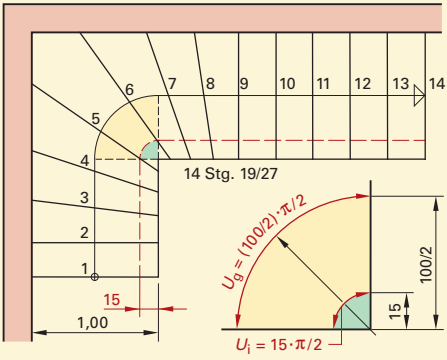
4.9 Treppen

Beispiel für die Berechnung gewendelter Treppen

Eine viertelgewendelte Treppe in einem Einfamilienhaus mit 14 Stigungen wird als Winkeltreppe ausgeführt. Es sind die Stufen 2 bis 8 zu verziehen. Die ausgleichende Differenz zwischen der Lauflinienlänge und der Innenwangenlänge entspricht der Differenz der Viertelkreise von Lauflinie und Innenwange:

$$\Delta l = \frac{\pi \cdot 2 \cdot r_g}{4} - \frac{\pi \cdot 2 \cdot r_i}{4} = \frac{\pi}{2} (r_g - r_i)$$
$$\Delta l = \frac{\pi}{2} (50 \text{ cm} - 15 \text{ cm}) = 55 \text{ cm} \quad \frac{\Delta l}{16} = 3,44 \text{ cm}$$

Stufe	Verjüngung um	
	einzel	zusammen
5	4 Teile	4 Teile
4 und 6	je 3 Teile	6 Teile
3 und 7	je 2 Teile	4 Teile
2 und 8	je 1 Teil	2 Teile
7 Stufen verzoogen		16 Teile



Die **Stufe 5** wird um $4 \cdot 3,44 \text{ cm}$ von 27 cm auf **13,2 cm** Randbreite verkürzt; die anderen Stufen entsprechend weniger verzoogen (vgl. Formel ► S. 158).

$$a' = 27,0 \text{ cm} - \frac{1 \cdot 50,0 \text{ cm} \cdot \pi}{7 + 1} = 7,4 \text{ cm}$$

Konstruktion nach DIN zulässig.

Treppen-Lichtraumprofil, Maße und Benennung (DIN 18065)

Gehbereiche, Lauflinie

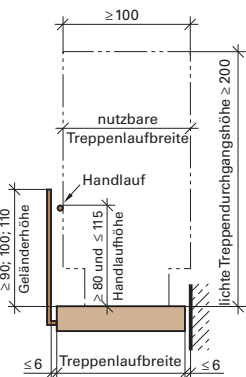
Die lichte Treppendurchgangshöhe richtet sich nach der Landesbauordnung bzw. der DIN.

Bei nutzbaren Laufbreiten bis 100 cm hat der Gehbereich eine Breite von 2/10 der Laufbreite und liegt im Mittelbereich der Treppen, Krümmungsradien der Begrenzungslinien des Gehbereiches müssen mindestens 30 cm betragen.

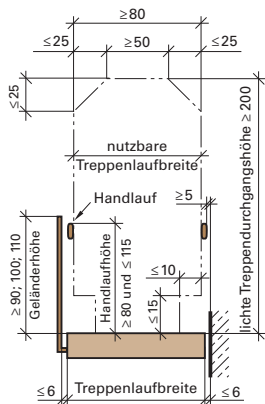
Bei Laufbreiten über 100 cm (außer Spindeltreppen) beträgt die Breite des Gehbereiches 20 cm. Der Abstand des Gehbereiches von der inneren Begrenzung der Laufbreite beträgt 40 cm. Der Auftritt ist in der Lauflinie zu messen. Im Krümmungsbereich der Lauflinie ist der Auftritt gleich der Sehne, die sich durch die Schnittpunkte der gekrümmten Lauflinie mit den Stufenvorderkanten ergibt.

Die Lauflinie kann vom Planer bei Treppen mit gewendelten Läufen frei innerhalb des Gehbereiches gewählt werden. Sie ist stetig und hat keine Knickpunkte. Ihre Richtung entspricht der Laufrichtung der Treppe. Krümmungsradien der Lauflinie müssen mindestens 30 cm betragen. Nach höchstens 18 Stufen soll ein Zwischenpodest eingeplant werden.

Treppen-Lichtraumprofil

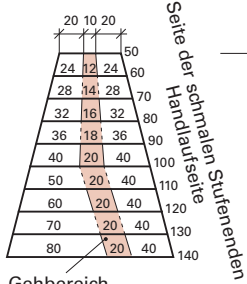


① Gebäude allgemein

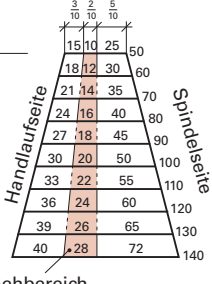


② Wohngebäude bis zu 2 Wohnungen und innerhalb von Wohnungen

Nutzbare Treppenlaufbreite (Gebäude allgemein)

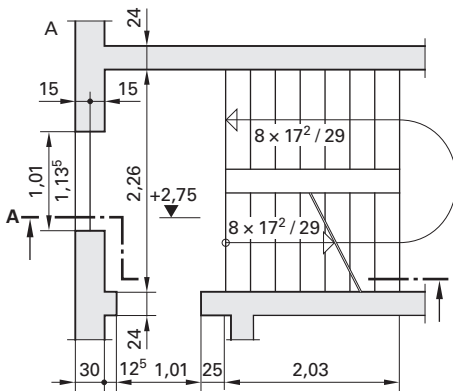


Gehbereich
Diagramm des Gehbereichs für gewendelte Treppen

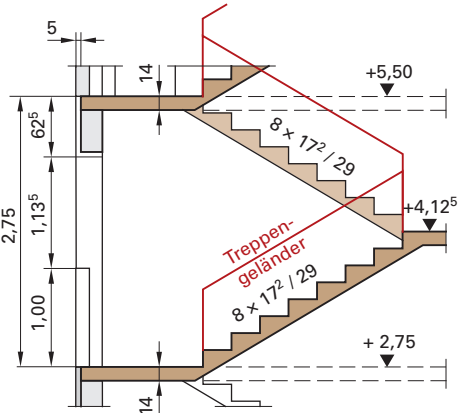


Gehbereich
Diagramm des Gehbereichs für Spindeltreppen

Beispiel Treppenhaus



Grundriss (Ausschnitt) M 1:50 - m, cm
Grundriss mit Lauflinie bei 2 Etagen



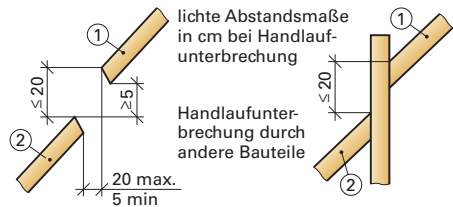
Schnitt A – A M 1:50 - m, cm

Treppengeländer und Treppenhandläufe (DIN 18065 und LBO)

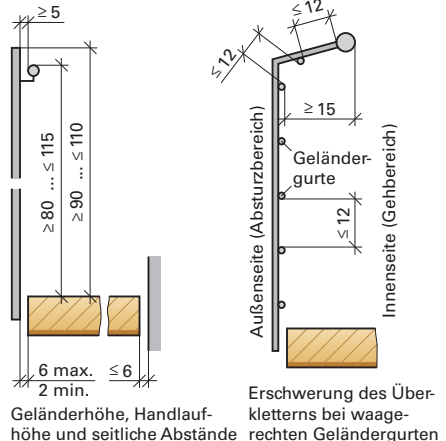
Treppengeländer sind als Abschluss freier Treppen vorgeschrieben und bestehen aus **Handlauf** und **Geländerfüllung**. Die lotrechte Höhe des Handlaufes muss mindestens 90 cm betragen, gemessen von der vorderen Kante der Trittstufe. Senkrechte Geländerfüllungen dürfen einen lichten Abstand von 12 cm nicht überschreiten. In Treppenneigung verlaufende Geländerfüllungen dürfen untereinander einen maximalen Abstand von 12 cm nicht überschreiten.
Ein Treppengeländer mit $H > 115$ cm benötigt einen gesonderten, tieferliegenden Handlauf.

Handlaufunterbrechungen bei gewendeten Treppen

weiterführender Handlauf ①; mindestens auf gleicher Höhe mit ankommendem Handlauf ②; generell sollen Handläufe durchgehend ausgeführt werden.



Maßliche Anforderungen



6 TECHNOLOGIE DER BAUSTOFFE

6.1	Natürliche Gesteine	221	6.7.8	Betonzusätze	265
■	Einteilung	221	6.7.9	Betonzusammensetzung – Mischungsentwurf	266
■	Mineralien	221	6.7.10	Betonprüfungen	267
■	Eigenschaften	222	6.7.11	Verantwortlichkeiten	268
6.2	Künstliche Steine	224	6.7.12	Nachbehandlung von Beton	268
6.2.1	Ziegel und Klinker	224	6.7.13	Betonüberwachung	269
6.2.2	Kalksandsteine	227	6.7.14	Transportbeton	270
6.2.3	Mauersteine aus Beton / Betonsteine	229	6.7.15	Betondeckung der Bewehrung	271
6.2.4	Porenbetonsteine	230	6.8	Stahl, Betonstahl und Baumetalle	272
6.2.5	Hüttensteine	230	6.8.1	Eisenwerkstoffe	272
6.2.6	Gipsplatten	231	6.8.2	Betonstähle	273
6.2.7	Dachsteine und Dachziegel	232	6.8.3	Betonstahlmatten	275
6.3	Fiesen, Platten und Pflastersteine	233	■	Lager-, Listen-, Vorratsmatten	275
6.3.1	Keramische Fliesen und Platten	233	6.8.4	Sondermetalle	277
6.3.2	Natursteinplatten	234	6.9	Holz	278
6.3.3	Betonwerksteinplatten	234	6.9.1	Aufbau des Holzes und Bauholzarten	279
6.3.4	Asphaltplatten	234	■	Alte und neue Kurzzeichen	279
6.3.5	Pflastersteine	235	■	Holzfehler	280
6.3.6	Bordsteine	236	6.9.2	Eigenschaften	281
6.3.7	Kanalklinker	236	6.9.3	Bauschnittholz und Konstruktionsvollholz	282
6.4	Bindemittel	237	■	Nadelholz	284
6.4.1	Zemente	237	■	Laubholz	285
■	Übersicht	238	■	Konstruktionsvollholz	286
6.4.2	Baukalk	240	■	DUO- und TRIO-Balken	287
■	Übersicht	241	6.9.4	Holzwerkstoffe	288
6.4.3	Calciumsulfat-Binder	241	■	Bausperrholz	289
6.4.4	Baugipse	242	■	Holzspanwerkstoffe	290
6.5	Gesteinskörnungen	243	■	Holzfaserwerkstoffe	291
■	Begriffe	243	6.9.5	Holzschutz	293
6.5.1	Arten und Anforderungen	244	■	Holzschädlinge	293
6.5.2	Eigenschaften und Anforderungen	245	■	Holzschutzmittel	294
6.5.3	Alkali-Empfindlichkeit von Gesteinskörnungen	246	6.10	Kunststoffe	296
6.5.4	Kornzusammensetzung für Betone	247	6.11	Befestigungssysteme	298
6.5.5	Wasseranspruch	250	6.11.1	Befestigungstechnik	298
6.5.6	Mehlkorngehalt	250	6.11.2	Befestigungs-Systemplan	300
6.6	Mörtel	251	6.11.3	Befestigungen am Bauwerk	302
6.6.1	Mauermörtel	251	6.12	Bauglas, Glas	304
6.6.2	Putzmörtel	253	6.13	Ungebundene Schichten im Verkehrswegebau	306
■	Putzsysteme	254	6.14	Bitumige Stoffe	307
6.6.3	Estrichmörtel	255	6.14.1	Bitumen	307
6.6.4	Dünnbettmörtel und Klebstoffe	256	6.14.2	Teer und Pech	309
6.6.5	Spezialmörtel	257	6.14.3	Asphalt	309
6.7	Beton	258	6.14.4	Dachpappen, Dachbahnen und Dichtungsbahnen	311
■	Begriffe	258	6.15	Anstrichstoffe	312
6.7.1	Einteilung des Betons in Klassen	259	6.16	Gefahrstoffe im Bauwesen	314
6.7.2	Beton nach Expositionsclassen	259	■	Gefahrenpiktogramme	314
6.7.3	Konsistenzklassen des Frischbetons	261	■	Sicherheitskennzeichnung	315
6.7.4	Druckfestigkeitsklassen des Festbetons	262	■	Datensicherheitsblätter	317
6.7.5	Wasserzementwert	262	■	Gefahrenhinweise H & R	318
6.7.6	Feuchtigkeitsklassen und Rohdichteklassen	263	■	Arbeitsplatzgrenzwerte AGW	318
6.7.7	Standardbetonrezepte	263			

6

7

8

Fehler im Holz**Tierische Holzschädlinge**

► 6.9.5 Holzschutz

Hautflügler	Holzwespe, sie legt ihre Eier vorzugsweise in saftfrisches Nadelholz. Ihre Entwicklungszeit beträgt 2 Jahre ... 4 Jahre, daher schlüpft sie oft erst aus dem verbauten Holz.
Käfer	<p>Hausbock, er legt seine Eier in den Rissen von verbautem Nadelholz. Die Larve frisst ihre Gänge im Splint- oder Reifholz ohne die Holzoberfläche zu zerstören. Die günstigsten Umgebungsbedingungen sind 28°C ... 30°C bei 30 % Holzfeuchte.</p> <p>Gewöhnlicher Nagekäfer (Anobium) auch Klopff- oder Pockkäfer genannt. Die Fraßgänge der Larven sind besonders im Frühholz des Splintes. Bei einer Temperatur um 22°C und einer Holzfeuchte um 23% hat er seine günstigsten Bedingungen.</p> <p>Brauner Splintholzkäfer auch Parkettkäfer genannt. Er befällt hauptsächlich Laubhölzer mit ausreichender Stärke und Eiweißanteilen im Frühholz.</p>

Pflanzliche Holzschädlinge – Pilze




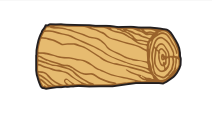
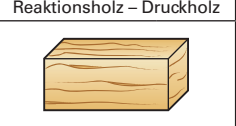


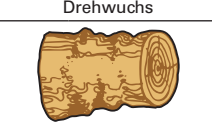
Echter Hauschwamm	Das weiße, watteartige Pilzgeflecht (Mycel) wächst auf der Oberfläche und im Holz. Er befällt fast alle Holzarten, vor allem Nadelholz. Die günstigsten Bedingungen sind bei einer Temperatur von 20°C und 28% Holzfeuchte. Er ist anzeigepflichtig!
Keller-, Warzenschwamm	Das junge Oberflächenpilzgeflecht ist erst gelblichweiß und wird später schwarzbraun. Die besten Lebensbedingungen sind bei einer Holzfeuchte von 50 % ... 60 % und bei 22°C ... 24°C.
Bläuepilz	Befällt das Splintholz von Kiefer und Fichte, selten Laubholz. Ernährt sich von den Zellinhaltsstoffen, die Zellwände werden kaum zerstört. Eine Minderung der Festigkeit tritt nicht ein, es ist keine Holzfäule. Die optimalen Bedingungen sind bei 15°C und bei 28 % ... 30 % Holzfeuchte. Trockenes Holz verhindert das Wachstum des Pilzes.

Der Einbau von trockenem Holz $u \leq 20 \%$ schützt weitgehend vor tierischen und pflanzlichen Holzschädlingen. Bei den Arbeiten mit Holzschutzmitteln sind die entsprechenden Vorschriften zu beachten.




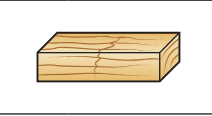
Fehler im Stammquerschnitt und der Stammform

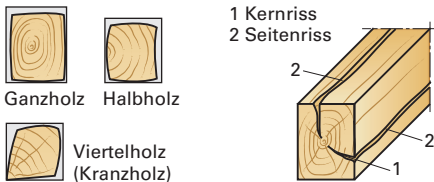
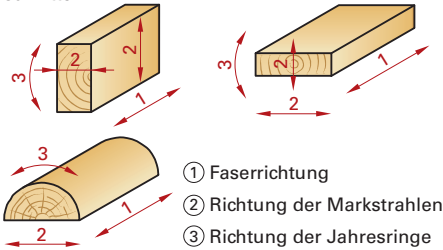
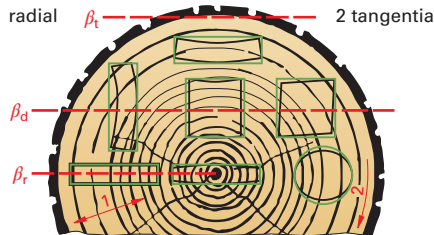
					
Abholzigkeit	Krummschäftigkeit	Zwieselbildung	Hohlkehligkeit	Spannrückigkeit	Exzentrischer Wuchs

Fehler im anatomischen Aufbau des Holzes

			
Reaktionsholz – Druckholz	Reaktionsholz – Zugholz	Ästigkeit	Drehwuchs
			
Gallen	Maserwuchs	Falschkern	Wimmerwuchs

Fehler durch äußere Einflüsse

			
Frostleiste	Mondringe	Risse	Faserstauchung

6.9.2 Eigenschaften																						
Holzfeuchtigkeit																						
Der Feuchtigkeitsgehalt u wird auf das Darrgewicht bezogen (Darren im Trockenschrank bei 103 °C).																						
Berechnung der Holzfeuchte				Beispiel																		
$\text{Holzfeuchte } u = \frac{m_u - m_o}{m_o} \cdot 100 \text{ in } \%$				Die feuchte Holzprobe wiegt 230 g. Die darrtrockene Holzprobe wiegt 200 g.																		
$u = \frac{230 \text{ g} - 200 \text{ g}}{200 \text{ g}} \cdot 100 \% = \frac{30 \text{ g}}{200 \text{ g}} \cdot 100 \%$				$u = 15 \%$																		
m_u Masse der feuchten Holzprobe m_o Masse der darrtrockenen Holzprobe																						
Schwinden und Quellen (Volumen- und Formänderung durch Abgabe/Aufnahme von Wasser)																						
Beim Schwinden und Quellen unterhalb des Fasersättigungspunktes ($u \leq 30 \%$) krümmen sich Bretter und Bohlen vom Kern weg, sodass stets die rechte Seite (dem Kern zugewandt) rund und die linke Seite (dem Kern abgewandt) hohl wird.																						
Schwind- und Quellrichtungen an typischen Querschnitten																						
				Verformung von Kanthölzern Rissbildung in einem Ganzholzquerschnitt																		
<table><tr><th>Schwindrichtung</th><th>maximales Schwindmaß β in %</th><th>differenzielles Schwindmaß q in % pro 1 % Feuchteänderung</th></tr><tr><td>axial</td><td>β_l 0,3 %</td><td>q_l 0,01 %</td></tr><tr><td>radial</td><td>β_r 4 %</td><td>q_r 0,13 %</td></tr><tr><td>tangential</td><td>β_t 8 %</td><td>q_t 0,27 %</td></tr><tr><td>diagonal*</td><td>β_d 6 %</td><td>q_d 0,20 %</td></tr></table>				Schwindrichtung	maximales Schwindmaß β in %	differenzielles Schwindmaß q in % pro 1 % Feuchteänderung	axial	β_l 0,3 %	q_l 0,01 %	radial	β_r 4 %	q_r 0,13 %	tangential	β_t 8 %	q_t 0,27 %	diagonal*	β_d 6 %	q_d 0,20 %	Verformungserscheinung 			
Schwindrichtung	maximales Schwindmaß β in %	differenzielles Schwindmaß q in % pro 1 % Feuchteänderung																				
axial	β_l 0,3 %	q_l 0,01 %																				
radial	β_r 4 %	q_r 0,13 %																				
tangential	β_t 8 %	q_t 0,27 %																				
diagonal*	β_d 6 %	q_d 0,20 %																				
* Mittelwert zwischen radial und tangential																						
Gleichgewichtsfeuchte																						
Gleichgewichtsfeuchte ist die aufgrund des hygroskopischen Gleichgewichts mit einem bestimmten Klima entstehende Holzfeuchte u_{gl} . Sie endet bei der Fasersättigung.																						
Gleichgewichts-Holzfeuchte im Gebrauchszustand (DIN 68100; Auswahl)																						
allseitig geschlossene Bauwerke						überdeckte, offene Bauwerke																
mit Heizung	Möbel	$(8 \pm 2) u_{gl}$	ohne Heizung	Holzwerkstoffe	$(10 \pm 2) u_{gl}$	Holzwerkstoffe	$(10 \pm 2) u_{gl}$															
	Holzwerkstoffe	$(8 \pm 2) u_{gl}$		Vollholz	$(12 \pm 3) u_{gl}$	Vollholz	$(12 \pm 3) u_{gl}$															
	Vollholz	$(9 \pm 3) u_{gl}$		Holzprodukte, die der Witterung allseitig ausgesetzt sind		$(18 \pm 6) u_{gl}$																
Feuchtegehalt (DIN 18355 VOB/ATV)				mittlere Holzfeuchte (DIN EN 942)																		
Verwendung		Holzfeuchte u_{gl}		Einsatzbedingungen		Holzfeuchte u_{gl}																
Innenausbau; Bauteile, die nicht der Außenluft ausgesetzt sind		$\leq 10 \%$		beheizte Gebäude, innen Raumtemperatur 12 °C ... 21 °C Raumtemperatur > 21 °C		9 % ... 13 % 6 % ... 10 %																
		$\leq 15 \%$		unbeheizte Gebäude, innen		12 % ... 16 %																
Bauteile, die ständig der Außenluft ausgesetzt sind		$\leq 15 \%$		Außenbereich		12 % ... 19 %																

6

7

8