

Detailwissen Bauphysik

LEHRBUCH

Wolfgang M. Willems
Kai Schild
Diana Stricker

Feuchteschutz

Grundlagen – Berechnungen – Details

 Springer Vieweg

Detailwissen Bauphysik

Reihe herausgegeben von

Wolfgang M. Willems, TU Dortmund, Deutschland

Kai Schild, TU Dortmund, Deutschland

Das Fachgebiet der Bauphysik stellt einen wichtigen und zentralen Arbeitsbereich für Architekten und Bauingenieure in der Praxis dar. Die Reihe „Detailwissen Bauphysik“ von Springer Vieweg vermittelt das Wissen und das Handwerkszeug für dieses Aufgabenfeld praxisnah und mit direktem Bezug zu den aktuellen Entwicklungen in Technik und Wissenschaft. Bezogen auf bauphysikalische Fragestellungen werden auch Themen aus anderen Bereichen der Bautechnik behandelt. Die Darstellungstiefe der Inhalte spricht sowohl Praktiker als auch Studierende an, die die Thematik Bauphysik während des Studiums vertiefen möchten. Die Titel dieser Reihe sind anwendungsbezogen und lösungsorientiert.

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/12448>

Wolfgang M. Willems · Kai Schild · Diana Stricker

Feuchteschutz

Grundlagen – Berechnungen – Details

Wolfgang M. Willems
Technische Universität
Dortmund, Deutschland

Diana Stricker
Ruhr-Universität
Bochum, Deutschland

Kai Schild
Technische Universität
Dortmund, Deutschland

Detailwissen Bauphysik
ISBN 978-3-658-05684-1 ISBN 978-3-658-05685-8 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-05685-8>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2018

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Lektorat: Karina Danulat

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort

In den letzten Jahren hat sich das Fachgebiet der Bauphysik enorm verändert. Immer neue und umfassendere Erkenntnisse, Berechnungsvorschriften, Normen und Richtlinien haben dazu geführt, dass aus einem früher recht überschaubaren Fachgebiet ein unübersichtlicher Themenkomplex geworden ist. Umso wichtiger ist es, dass dem bauphysikalisch tätigen Praktiker Hilfe für seine tägliche Arbeit in der Art und Weise angeboten wird, dass er die wichtigsten fachlichen Grundlagen übersichtlich und eingängig aufbereitet findet. Zu diesem Zweck erschien im Jahr 2006 das zweibändige „Vieweg Handbuch Bauphysik“, welches mit über 1200 Seiten den ursprünglich geplanten Umfang um mehr als das Doppelte übertraf. Fünf Jahre später wurde im Zuge der anstehenden Überarbeitung dieses Werkes schnell klar, dass diese zweibändige Form nicht länger sinnvoll und der Komplexität der Inhalte angemessen ist. Die einzelnen Teilgebiete werden daher nun sukzessive in Einzelbänden aufgearbeitet und durch zusätzliche Veröffentlichungen zu Spezialthemen der Bauphysik ergänzt. Die Umsetzung dieses - wie der Verlag und wir hoffen - ganzheitlichen Konzeptes erfolgt innerhalb der Buchreihe „Detailwissen Bauphysik“.

Der vorliegende Band behandelt die Grundlagen des baulichen Feuchteschutzes und stellt ein Kompendium der zentralen in der Praxis benötigten Rechenverfahren und physikalischen Grundlagen dar. Zur Unterstützung des Planers und Fachingenieurs bei Konstruktion, Bauteilbemessung und Nachweisführung werden diese Ausführungen ergänzt durch eine – wie wir hoffen – möglichst vollständige Zusammenstellung entsprechender Rechenwerte.

Unsere Erfahrung zeigt, dass ein Fachbuch auch trotz größter Bemühungen niemals umfassend und fehlerfrei sein kann. Daher bitten wir Sie als unsere Leser ganz herzlich darum, uns Anregungen, Kritik und Fehler mitzuteilen, auf dass wir dies in der nächsten Auflage berücksichtigen können.

Grafenwald, Marl und Bochum im Oktober 2017

Wolfgang Willems

Kai Schild

Diana Stricker

Inhaltsverzeichnis

1	Berechnungshilfen	1
1.1	Einheitenumrechnungstabellen	1
1.1.1	Länge	1
1.1.2	Fläche	1
1.1.3	Volumen	1
1.1.4	Masse	2
1.1.5	Zeit	2
1.1.6	Kraft	2
1.1.7	Spannung	3
1.1.8	Druck	3
1.1.9	Arbeit	3
1.1.10	Leistung	4
1.1.11	Wärmeleitfähigkeit	4
1.1.12	Spezifische Wärmekapazität	4
1.1.13	Wärmedurchgangskoeffizient	4
1.1.14	Wärmestromdichte	5
1.2	Griechisches Alphabet	5
1.3	Vielfache und Teile der SI-Einheiten	6
1.4	Mathematische Grundlagen	7
1.4.1	Flächenberechnung	7
1.4.2	Volumenberechnung	9
1.4.3	Rechenregeln	13
1.4.4	Trigonometrie	14
1.5	Wärme- und feuchtetechnische Kennwerte von Baustoffen	15
1.5.1	Putze, Mörtel, Asphalt und Estriche	15
1.5.2	Beton-Bauteile	16
1.5.3	Bauplatten	18
1.5.4	Mauerwerk aus Klinkern und Ziegeln	19
1.5.5	Mauerwerk aus Kalksand- und Porenbeton-Plansteinen	20
1.5.6	Mauerwerk aus Betonsteinen	21
1.5.7	Wärmedämmstoffe	23
1.5.8	Holz und Holzwerkstoffe	28
1.5.9	Lose Schüttungen	28

1.5.10	Fußbodenbeläge, Abdichtstoffe, Dachbahnen	29
1.5.11	Folien	29
1.5.12	Glas, Natursteine	30
1.5.13	Lehmbaustoffe	30
1.5.14	Metalle	31
1.5.15	Böden	31
1.5.16	Gummi	32
1.5.17	Massive Kunststoffe	32
1.5.18	Gase	33
1.5.19	Eis, Wasser, Schnee	33
1.6	Bauschraffuren gemäß DIN 1356-1 und DIN ISO 128-50 und Flachdachrichtlinie	34
1.7	Modale Hilfsverben in der Normung	36
2	Grundlagen des Feuchteschutzes	37
2.1	Grundbegriffe	37
2.1.1	Wasserdampf	37
2.1.2	Wasserdampfpartialdruck (Partialdampfdruck)	37
2.1.3	Wasserdampfsättigungsdruck (Sättigungsdampfdruck)	39
2.1.4	Normatmosphäre	41
2.1.5	Relative Luftfeuchte	41
2.1.6	Konzentration der trockenen Luft	41
2.1.7	Wasserdampfkonzentration	43
2.1.8	Wasserdampfsättigungskonzentration	43
2.1.9	Taupunkttemperatur	45
2.1.10	h-x-Diagramm	46
2.1.11	Diffusionsleitkoeffizient bei ruhender Luft	57
2.1.12	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl	58
2.1.13	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke	61
2.1.14	Wasseraufnahmekoeffizient	62
2.2	Diffusionsübergangswiderstand	63
2.3	Diffusionsdurchlasswiderstand	64
2.4	Diffusionsdurchgangskoeffizient	65
2.4.1	Einschichtiges, homogenes Bauteil	65
2.4.2	Mehrschichtiges, homogenes Bauteil	65
2.4.3	Mehrschichtiges, inhomogenes Bauteil	65

2.5	Diffusionsstromdichte	66
2.6	Feuchtetransport in Baustoffen.....	70
2.6.1	Baustoffmodell nach Rose	70
2.6.2	Sorption	72
2.6.3	Wasserdampfdiffusion.....	76
2.6.4	Oberflächendiffusion	77
2.6.5	Kapillarleitung	78
3	Schlagregen.....	83
3.1	Allgemeines	83
3.2	Schlagregenbeanspruchungsgruppen	83
3.3	Klassifizierung von Putzen und Beschichtungen.....	85
3.4	Einordnung von Wandbauarten	86
3.5	Fugen und Anschlüsse.....	87
3.6	Bestimmungen für weitere Bauteilgruppen.....	88
3.7	Innendämmungen	88
3.8	Fachwerkfassaden	89
4	Tauwasser und Schimmelpilze auf Oberflächen	95
4.1	Allgemeines	95
4.2	Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108-2.....	100
4.2.1	Anforderungen an schwere Bauteile ($m' \geq 100 \text{ kg/m}^2$).....	101
4.2.2	Anforderungen an leichte Bauteile, Rahmen- und Skelettbauarten.....	102
4.2.3	Anforderungen im Bereich von Wärmebrücken	102
4.2.4	Anforderungen an die Luftdichtheit von Außenbauteilen	103
4.3	Mindestwärmeschutz gemäß DIN EN ISO 13788.....	104
4.3.1	Außenseitige klimatische Randbedingungen	104
4.3.2	Raumseitige klimatische Randbedingungen	109
4.3.3	Außenseitiger Wasserdampfpartialdampfdruck	111
4.3.4	Zulässiger raumseitiger Sättigungsdampfdruck.....	111
4.3.5	Zulässige monatliche Innenoberflächentemperatur	112
4.3.6	Berechnungsbeispiele	112
5	Tauwasser im Inneren von Bauteilen	115
5.1	Nachweisfreie Konstruktionen gemäß DIN 4108-3	115
5.1.1	Wände ohne zusätzliche Dämmschicht	115

5.1.2	Wände mit außenseitig angebrachter Dämmschicht	116
5.1.3	Wände mit innenseitig angebrachter Dämmschicht.....	116
5.1.4	Wände in Holzbauart nach DIN 68800-2	117
5.1.5	Wände in Holzfachwerkbauart	118
5.1.6	Erdberührte Kelleraußenwände	119
5.1.7	Bodenplatten	119
5.1.8	Belüftete Dächer.....	119
5.1.9	Nicht belüftete Dächer	120
5.2	Nachweis gemäß DIN 4108-3 (Glaser-Verfahren)	123
5.2.1	Einführung	123
5.2.2	Randbedingungen	123
5.2.3	Ablauf der Nachweisführung	126
5.2.4	Beispiele	139
5.3	Nachweis gemäß DIN EN ISO 13788 (Monatsbilanz)	155
5.3.1	Allgemeines	155
5.3.2	Klimarandbedingungen	156
5.3.3	Struktur des Berechnungsverfahrens.....	156
5.3.4	Beispielrechnung	165
5.4	Bautechnische Maßnahmen	168
6	Simulationsverfahren	175
6.1	Einführung	175
6.2	Klimarandbedingungen	176
6.2.1	Raumseitige Randbedingungen.....	176
6.2.2	Außenseitige Randbedingungen	177
6.3	Materialkennndaten	178
6.4	Simulationsrandbedingungen	181
6.4.1	Modellgröße / Netzdichte	181
6.4.2	Anfangsrandbedingungen	181
6.4.3	Rechenintervall.....	181
6.5	Beispiele	181
6.5.1	Wassergehalt.....	181
6.5.2	Freies Wasser im Querschnitt	185
6.5.3	Schimmelpilzwachstum	188
6.5.4	Holzfeuchte.....	193
6.6	Inhalt und Umfang einer Dokumentation	198

7	Bauteile	199
7.1	Außenwände	199
7.1.1	Detailübersicht	199
7.1.2	monolithisches Mauerwerk	200
7.1.3	Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem	202
7.1.4	Zweischaliges Mauerwerk	204
7.1.5	Holzbauweise	210
7.1.6	Stahlleichtbauweise	211
7.1.7	Übergänge an Türen	213
7.2	Erdberührte Bauteile	214
7.2.1	Detailübersicht	214
7.2.2	Boden-Außenwand-Anschlüsse	215
7.2.3	Boden-Innenwand-Anschlüsse	221
7.2.4	Bewegungsfugen	222
7.2.5	Durchführungen im Wandbereich	224
7.2.4	Anschluss Lichtschacht	227
7.3	Flachdächer	228
7.3.1	Detailübersicht	228
7.3.2	ungenutzte Flachdächer	229
7.3.3	begehbare Flachdächer (Dachterrassen)	233
7.3.4	begrünte Flachdächer	239
7.3.5	befahrbare Flachdächer (Parkdecks)	247
7.4	Anschluss Fenstertür - Balkone	253
7.4.1	Detailübersicht	253
7.4.2	Anschlussdetails	254
8	Sondergebiete	261
8.1	Hallenschwimmbäder	261
8.1.1	Allgemeines	261
8.1.2	Innenraumklima	261
8.1.3	Wärmeschutz	267
8.1.4	Entfeuchtung der Raumluft durch Außenluftzufuhr	269
8.1.5	Tauwasser im Bauteilquerschnitt	277
8.1.6	Einteilung von Bewegungsfugen	280
8.1.7	Beispielhafte Rinnendetails	281

8.2	Kühlhäuser, Kühlräume, Kühlzellen	287
8.2.1	Allgemeines	287
8.2.2	Klima	287
8.2.3	Tauwasserbildung	291
8.2.4	Unterfrierschutz	293
8.2.5	Bauteilquerschnitte und Anschlüsse der Türen	294
8.2.6	Anschlussdetails	300
8.3	Kirchen	309
8.3.1	Allgemeines	309
8.3.2	Innenklima und Beheizung	309
8.3.3	Oberflächentemperaturen	311
8.3.4	Gewölbeöffnungen	312
8.3.5	Schutzverglasungen	313
8.4	Museen	316
8.4.1	Allgemeines	316
8.4.2	Klima	317
8.5	Extreme Klimate	319
8.5.1	Allgemeines	319
8.5.2	Globaler Klimaüberblick	321
8.5.3	Gebäudehülle und Tauwasserbildung	324
9	Literaturverzeichnis	327
9.1	Verordnungen und Veröffentlichungen	327
9.2	Normen und Richtlinien	331
	Index	341

1 Berechnungshilfen

1.1 Einheiten-Umrechnungstabellen

1.1.1 Länge

	μm	mm	cm	dm	m	km	in	ft	yd
μm	1	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-9}			
mm	10^3	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	0,03937	$3281 \cdot 10^{-6}$	$1094 \cdot 10^{-6}$
cm	10^4	10^1	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-5}			
dm	10^5	10^2	10^1	1	10^{-1}	10^{-4}			
m	10^6	10^3	10^2	10^1	1	10^{-3}	39,37	3,281	1,094
km	10^9	10^6	10^5	10^4	10^3	1			
in		25,4			0,0254		1	0,08333	0,02778
ft		304,8			0,3048		12	1	0,33333
yd		914,4			0,9144		36	3	1

(in $\triangleq$ inch; ft $\triangleq$ feet; yd $\triangleq$ yard)

1.1.2 Fläche

	μm^2	mm^2	cm^2	dm^2	m^2	km^2	sq in	sq ft	sq yd
μm^2	1	10^{-6}	10^{-8}	10^{-10}	10^{-12}	10^{-18}			
mm^2	10^6	1	10^{-2}	10^{-4}	10^{-6}	10^{-12}	$1,55 \cdot 10^{-3}$	$1,076 \cdot 10^{-5}$	$1,196 \cdot 10^{-6}$
cm^2	10^8	10^2	1	10^{-2}	10^{-4}	10^{-10}			
dm^2	10^{10}	10^4	10^2	1	10^{-2}	10^{-8}			
m^2	10^{12}	10^6	10^4	10^2	1	10^{-6}	1550	10,76	1,196
km^2	10^{18}	10^{12}	10^{10}	10^8	10^6	1			
sq in		645,161			$6,45 \cdot 10^{-4}$		1	$6,944 \cdot 10^{-3}$	$0,772 \cdot 10^{-3}$
sq ft		92936			0,0929		144	1	0,1111
sq yd		836120			0,8361		1296	9	1

(sq in $\triangleq$ square inch; sq ft $\triangleq$ square feet; sq yd $\triangleq$ square yard)

1.1.3 Volumen

	μm^3	mm^3	cm^3	$\text{dm}^3 = 1 \ell$	m^3	km^3	cu in	cu ft	cu yd
μm^3	1	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-27}			
mm^3	10^6	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-18}	$6,102 \cdot 10^{-5}$	$3,532 \cdot 10^{-8}$	$1,307 \cdot 10^{-9}$
cm^3	10^9	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-15}			
dm^3	10^{12}	10^6	10^3	1	10^{-3}	10^{-12}			

	μm^3	mm^3	cm^3	$\text{dm}^3 = 1 \ell$	m^3	km^3	cu in	cu ft	cu yd
m^3	10^{15}	10^9	10^6	10^3	1	10^{-9}	61023	35,32	1,307
km^3	10^{27}	10^{18}	10^{15}	10^{12}	10^9	1			
cu in		16387			$1,64 \cdot 10^{-5}$		1	$5,786 \cdot 10^{-4}$	$2,144 \cdot 10^{-5}$
cu ft		$2,83 \cdot 10^7$			0,0283		1728	1	0,037
cu yd		$7,65 \cdot 10^8$			0,765		46656	27	1

¹⁾ $1 \text{ dm}^3 \triangleq 1 \text{ Liter} = 1 \ell$

(cu in $\triangleq$ cubic inch; cu ft $\triangleq$ cubic feet; cu yd $\triangleq$ cubic yard)

1.1.4 Masse

	mg	g	kg	t	oz	lb	Kt
mg	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}			$5 \cdot 10^{-3}$
g	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	0,03527	0,00221	5
kg	10^6	10^3	1	10^{-3}	35,27	2,205	$5 \cdot 10^3$
t	10^9	10^6	10^3	1			$5 \cdot 10^{-6}$
oz		28,35	0,02832		1	0,0625	141,75
lb		453,6	0,4531		16	1	2268
Kt	200	0,2	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-6}$	$7,055 \cdot 10^{-3}$	$4,409 \cdot 10^{-4}$	1

(oz $\triangleq$ ounce; lb $\triangleq$ pound; Kt $\triangleq$ Karat)

1.1.5 Zeit

	ms	s	min	h	d	a
ms	1	10^{-3}	$1,667 \cdot 10^{-5}$	$2,778 \cdot 10^{-7}$		
s	10^3	1	$1,667 \cdot 10^{-2}$	$2,778 \cdot 10^{-4}$	$1,157 \cdot 10^{-5}$	$3,171 \cdot 10^{-8}$
min	$60 \cdot 10^3$	60	1	$1,667 \cdot 10^{-2}$	$6,944 \cdot 10^{-4}$	$1,903 \cdot 10^{-6}$
h	$3,6 \cdot 10^6$	3600	60	1	$4,167 \cdot 10^{-2}$	$1,142 \cdot 10^{-4}$
d		86400	1440	24	1	$2,740 \cdot 10^{-3}$
a		$31,54 \cdot 10^6$	525600	8760	356	1

1.1.6 Kraft

	$\text{N}^{1)}$	kN	MN	kp	Mp	dyn
N	1	10^{-3}	10^{-6}	0,10197	$1,0197 \cdot 10^{-4}$	10^5
kN	10^3	1	10^{-3}			
MN	10^6	10^3	1			
kp	9,80665			1	10^{-3}	$9,80665 \cdot 10^5$
Mp	9806,65			10^3	1	$9,80665 \cdot 10^8$
dyn	10^{-5}			$1,0197 \cdot 10^{-6}$	$1,0197 \cdot 10^{-9}$	1

¹⁾ $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$

(dyn $\triangleq$ dyne)

1.1.7 Spannung

	N/mm ² ($\triangleq$ MN/m ²)	N/cm ²	N/m ² ($\triangleq$ 1Pa)	kN/mm ²	kN/cm ²	kN/m ² ($\triangleq$ 1kPa)	MN/cm ²	MN/m ² ($\triangleq$ 1MPa)
N/mm ²	1	10 ²	10 ⁶	10 ⁻³	0,1	10 ³	10 ⁻⁴	1
N/cm ²	10 ⁻²	1	10 ⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻³	10	10 ⁻⁶	10 ⁻²
N/m ²	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	1	10 ⁻⁹	10 ⁻⁷	10 ⁻³	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁶
kN/mm ²	10 ³	10 ⁵	10 ⁹	1	10 ²	10 ⁶	0,1	10 ³
kN/cm ²	10	10 ³	10 ⁷	10 ⁻²	1	10 ⁴	10 ⁻³	10
kN/m ²	10 ⁻³	0,1	10 ³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	1	10 ⁻⁷	10 ⁻³
MN/cm ²	10 ⁴	10 ⁶	10 ¹⁰	10	10 ³	10 ⁷	1	10 ⁴
MN/m ²	1	10 ²	10 ⁶	10 ⁻³	0,1	10 ³	10 ⁻⁴	1

1.1.8 Druck

	N/mm ²	Pa	kp/cm ²	mbar ($\triangleq$ 1hPa)	bar	Torr
N/mm ²	1	10 ⁶	10,1972	10 ⁴	10	7,5 $\cdot$ 10 ³
Pa	10 ⁻⁶	1	1,01972 $\cdot$ 10 ⁻⁵	10 ⁻²	10 ⁻⁵	0,0075
kp/cm ²	9,80665 $\cdot$ 10 ⁻²	98066,5	1	9,80665 $\cdot$ 10 ²	9,80665 $\cdot$ 10 ⁻¹	736
mbar	10 ⁻⁴	10 ²	1,01972 $\cdot$ 10 ⁻³	1	10 ⁻³	0,75
bar	0,1	10 ⁵	1,01972	10 ³	1	750
Torr	0,133 $\cdot$ 10 ⁻³	133	1,3562 $\cdot$ 10 ⁻³	1,36	1,36 $\cdot$ 10 ⁻³	1

1.1.9 Arbeit

	J ($\triangleq$ 1 Nm)	Wh	kWh	kp m	kcal	PS h	ft lb	Btu
J	1	0,278 $\cdot$ 10 ⁻³	0,278 $\cdot$ 10 ⁻⁶	0,101972	0,239 $\cdot$ 10 ⁻³	0,378 $\cdot$ 10 ⁻⁶	0,7376	948,4 $\cdot$ 10 ⁻⁶
Wh	3600	1	10 ⁻³	367	0,860	1,36 $\cdot$ 10 ⁻³		
kWh	3,6 $\cdot$ 10 ⁶	10 ³	1	3,67 $\cdot$ 10 ³	860	1,36	2,655 $\cdot$ 10 ⁶	3413
kp m	9,80665	2,73 $\cdot$ 10 ⁻³	2,73 $\cdot$ 10 ⁻⁶	1	2,345 $\cdot$ 10 ⁻³	3,70 $\cdot$ 10 ⁻⁶	7,233	9,301 $\cdot$ 10 ⁻³
kcal	4186,8	1,16	1,16 $\cdot$ 10 ⁻³	426,9	1	1,58 $\cdot$ 10 ⁻³	3,087 $\cdot$ 10 ³	3,968
PS h	2,65 $\cdot$ 10 ⁶	736	0,736	0,27 $\cdot$ 10 ⁶	632	1		
ft lb	1,356		376,8 $\cdot$ 10 ⁻⁹	0,1383	324 $\cdot$ 10 ⁻⁶		1	1,286 $\cdot$ 10 ⁻³
Btu	1055		293 $\cdot$ 10 ⁻⁶	107,6	0,252		778,6	1

(Btu $\triangleq$ british thermal unit)

1.1.10 Leistung

	mW	W ($\triangleq 1 \text{ N m/s}$)	kW	MW	kp m/s	kcal/h	Btu/s	PS
mW	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	$0,102 \cdot 10^{-3}$	$0,860 \cdot 10^{-3}$	$948,4 \cdot 10^{-9}$	$1,36 \cdot 10^{-6}$
W ¹⁾	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	0,101972	0,860	$948,4 \cdot 10^{-6}$	$1,36 \cdot 10^{-3}$
kW	10^6	10^3	1	10^{-3}	101,972	860	0,9484	1,36
MW	10^9	10^6	10^3	1	$101,97 \cdot 10^3$	$860 \cdot 10^3$	$0,9484 \cdot 10^3$	$1,36 \cdot 10^3$
kp m/s	$9,806 \cdot 10^3$	9,80665	$9,81 \cdot 10^{-3}$	$9,81 \cdot 10^{-6}$	1	8,43	$9,296 \cdot 10^{-3}$	$13,3 \cdot 10^{-3}$
kcal/h	$1,16 \cdot 10^3$	1,16	$1,16 \cdot 10^{-3}$	$1,16 \cdot 10^{-6}$	0,119	1	$1,102 \cdot 10^{-3}$	$1,58 \cdot 10^{-3}$
Btu/s	$1055 \cdot 10^3$	$1,055 \cdot 10^3$	1,055	$1,055 \cdot 10^{-3}$	107,6	907,258	1	1,4348
PS	$736 \cdot 10^3$	736	0,736	$0,736 \cdot 10^{-3}$	75	632	0,697	1

(1 PS = 75 kp m/s = 735.49875 W $\neq$ 1 hp = 745.69987158227022 W)

1.1.11 Wärmeleitfähigkeit

	W/mK	cal/(s·m·°C)	cal/(s·cm·°C)	BTU/(h·ft·°F)	BTU in/(h·ft²·°F)
W/mK	1	0,23885	0,00239	0,57779	6,93347
cal/(s·m·°C)	4,1868	1	0,01	2,419087	29,02905
cal/(s·cm·°C)	418,67980	100	1	241,9087	$2,90291 \cdot 10^3$
BTU/(h·ft·°F)	1,73074	0,41338	0,00413	1	12
BTU in/(h·ft²·°F)	0,14423	0,03445	$3,44483 \cdot 10^{-4}$	0,08333	1

1.1.12 Spezifische Wärmekapazität

	J/(kg·K)	J/(g·K)	cal/(g·K)	Btu/(lb·°F)
J/(kg·K)	1	10^{-3}	$2,38846 \cdot 10^{-4}$	$2,39006 \cdot 10^{-4}$
J/(g·K)	10^3	1	0,23885	0,23901
cal/(g·K)	$4,1868 \cdot 10^3$	4,1868	1	1,00067
Btu/(lb·°F)	$4,184 \cdot 10^3$	4,184	0,99933	1

1.1.13 Wärmedurchgangskoeffizient

	W/(m²·K)	cal/(s·cm²·°C)	kcal/(h·m²·°C)	Btu/(h·ft²·°F)
W/(m²·K)	1	$2,38846 \cdot 10^{-5}$	0,85985	0,17611
cal/(s·cm²·°C)	$4,1868 \cdot 10^4$	1	$3,6 \cdot 10^4$	$7,37338 \cdot 10^3$
kcal/(h·m²·°C)	1,163	$2,77778 \cdot 10^{-5}$	1	0,20482
Btu/(h·ft²·°F)	5,67826	$1,35623 \cdot 10^{-4}$	4,88243	1

1.1.14 Wärmestromdichte

	W/m^2	$cal/(s \cdot cm^2)$	$kcal/(h \cdot m^2)$	$Btu/(h \cdot ft^2)$
W/m^2	1	$2,38846 \cdot 10^{-5}$	0,85985	0,317
$cal/(s \cdot cm^2)$	$4,1868 \cdot 10^4$	1	$3,6 \cdot 10^4$	$1,32721 \cdot 10^4$
$kcal/(h \cdot m^2)$	1,163	$2,77778 \cdot 10^{-5}$	1	0,36867
$Btu/(h \cdot ft^2)$	3,15459	$7,53461 \cdot 10^{-5}$	2,71246	1

1.2 Griechisches Alphabet

Sprechweise	Groß	Klein
Alpha	A	α
Beta	B	β
Gamma	Γ	γ
Delta	Δ	δ
Epsilon	E	ε
Zeta	Z	ζ
Eta	H	η
Theta	Θ	θ
Iota	I	ι
Kappa	K	κ
Lambda	Λ	λ
My	M	μ
Ny	N	ν
Xi	Ξ	ξ
Omikron	O	o
Pi	Π	π
Rho	P	ρ
Sigma	Σ	σ
Tau	T	τ
Ypsilon	Y	υ
Phi	Φ	φ
Chi	X	χ
Psi	Ψ	ψ
Omega	Ω	ω

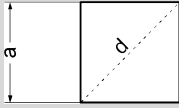
1.3 Vielfache und Teile der SI-Einheiten

Vorsatz/ Sprechweise	Kurzzeichen	Faktor	Umrechnung
Yoko	y	10^{-24}	0,000 000 000 000 000 000 000 001
Zepto	z	10^{-21}	0,000 000 000 000 000 000 001
Atto	a	10^{-18}	0,000 000 000 000 000 001
Femto	f	10^{-15}	0,000 000 000 000 001
Piko	p	10^{-12}	0,000 000 000 001
Nano	n	10^{-9}	0,000 000 001
Mikro	μ	10^{-6}	0,000 001
Milli	m	10^{-3}	0,001
Zenti	c	10^{-2}	0,01
Dezi	d	10^{-1}	0,1
Deka	da	10^1	10
Hekto	h	10^2	100
Kilo	k	10^3	1 000
Mega	M	10^6	1 000 000
Giga	G	10^9	1 000 000 000
Tera	T	10^{12}	1 000 000 000 000
Peta	P	10^{15}	1 000 000 000 000 000
Exa	E	10^{18}	1 000 000 000 000 000 000
Zetta	Z	10^{21}	1 000 000 000 000 000 000 000
Yotta	Y	10^{24}	1 000 000 000 000 000 000 000 000

1.4 Mathematische Grundlagen

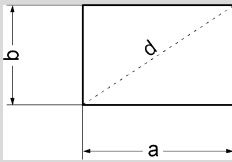
1.4.1 Flächenberechnung

Quadrat



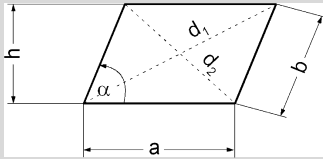
$$\begin{aligned} A &= a^2 \\ a &= \sqrt{A} \\ d &= a \cdot \sqrt{2} \end{aligned}$$

Rechteck



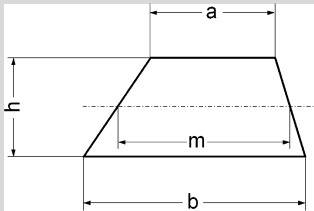
$$\begin{aligned} A &= a \cdot b \\ d &= \sqrt{a^2 + b^2} \end{aligned}$$

Parallelogramm



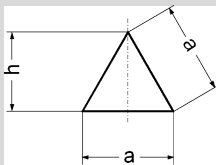
$$\begin{aligned} A &= a \cdot h = a \cdot b \cdot \sin \alpha \\ d_1 &= \sqrt{(a + h \cdot \cot \alpha)^2 + h^2} \\ d_2 &= \sqrt{(a - h \cdot \cot \alpha)^2 + h^2} \end{aligned}$$

Trapez



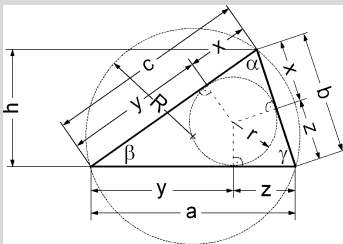
$$\begin{aligned} A &= \frac{a+b}{2} \cdot h = m \cdot h \\ m &= \frac{a+b}{2} \end{aligned}$$

Gleichseitiges Dreieck



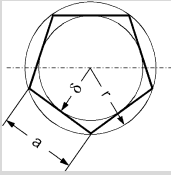
$$\begin{aligned} A &= \frac{a^2}{4} \cdot \sqrt{3} \\ h &= \frac{a}{2} \cdot \sqrt{3} \end{aligned}$$

Allgemeines Dreieck



$$\begin{aligned} A &= \frac{a \cdot h}{2} = \sqrt{s \cdot x \cdot y \cdot z} = r \cdot s \\ &= \frac{1}{2} \cdot b \cdot c \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} \cdot a \cdot c \cdot \sin \beta = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \cdot \sin \gamma \\ \text{mit :} \\ s &= \frac{a+b+c}{2}; & r &= \frac{a \cdot h}{2 \cdot s}; & R &= \frac{b \cdot c}{2 \cdot h} \\ x &= s - a; & y &= s - b; & z &= s - c \end{aligned}$$

Regelmäßiges Fünfeck

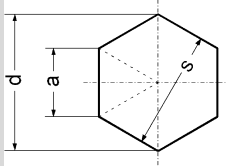


$$A = \frac{5}{8} \cdot r^2 \cdot \sqrt{10 + 2 \cdot \sqrt{5}}$$

$$a = \frac{1}{2} \cdot r \cdot \sqrt{10 - 2 \cdot \sqrt{5}}$$

$$\delta = \frac{1}{4} \cdot r \cdot \sqrt{6 + 2 \cdot \sqrt{5}}$$

Regelmäßiges Sechseck

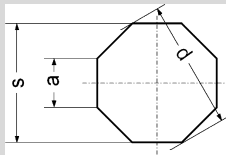


$$A = \frac{3}{2} \cdot a^2 \cdot \sqrt{3}$$

$$d = 2 \cdot a = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot s \approx 1,155 \cdot s$$

$$s = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot d \approx 0,866 \cdot d$$

Regelmäßiges Achteck



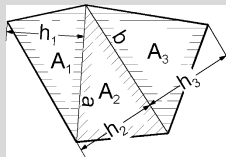
$$A = 2 \cdot a \cdot s = 2 \cdot s \cdot \sqrt{d^2 - s^2} \approx 0,83 \cdot s^2$$

$$a = s \cdot \tan 22,5^\circ$$

$$s = d \cdot \cos 22,5^\circ$$

$$d = \frac{s}{\cos 22,5^\circ}$$

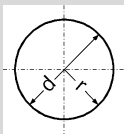
Vieleck



$$A = A_1 + A_2 + A_3$$

$$= \frac{a \cdot h_1 + b \cdot h_2 + b \cdot h_3}{2}$$

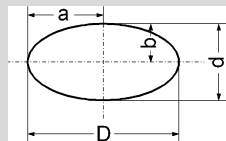
Kreis



$$A = \pi \cdot r^2 = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \approx 0,785 \cdot d^2$$

$$U = 2 \cdot \pi \cdot r = \pi \cdot d$$

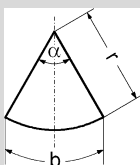
Ellipse



$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D \cdot d = \pi \cdot a \cdot b$$

$$U \approx \frac{\pi}{2} \cdot [3 \cdot (a + b) - 2 \cdot \sqrt{a \cdot b}]$$

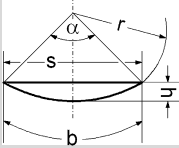
Kreisausschnitt



$$A = \frac{\alpha^\circ}{360^\circ} \cdot \pi \cdot r^2 = \frac{\alpha}{2} \cdot r^2 = \frac{b \cdot r}{2}$$

$$b = \frac{\alpha^\circ}{180^\circ} \cdot \pi \cdot r$$

Kreisabschnitt



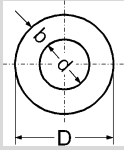
$$A = \frac{r^2}{2} \cdot \left(\pi \cdot \frac{\alpha^\circ}{180^\circ} - \sin \alpha \right) \approx \frac{h}{6 \cdot s} \cdot (3 \cdot h^2 + 4 \cdot s^2)$$

$$s = 2 \cdot r \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \approx \sqrt{b^2 - \frac{16}{3} \cdot h^2}$$

$$r = \frac{h}{2} + \frac{s^2}{8 \cdot h}$$

$$h = r \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) = \frac{s}{2} \cdot \tan \frac{\alpha}{4} = 2 \cdot r \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{4}$$

Kreising

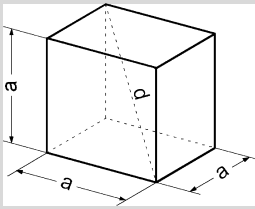


$$A = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) = \pi \cdot b \cdot (d + b)$$

$$b = \frac{D - d}{2}$$

1.4.2 Volumenberechnung

Würfel

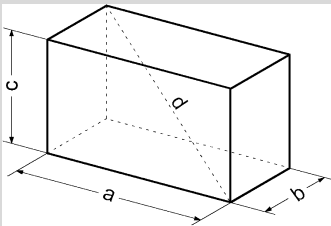


$$V = a^3$$

$$O = 6 \cdot a^2$$

$$d = \sqrt{3} \cdot a$$

Quader

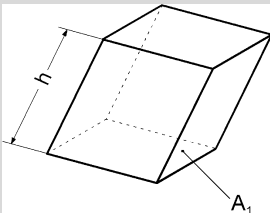


$$V = a \cdot b \cdot c$$

$$O = 2 \cdot (a \cdot b + a \cdot c + b \cdot c)$$

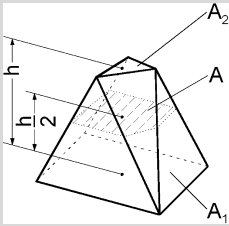
$$d = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$$

Schiefer Quader



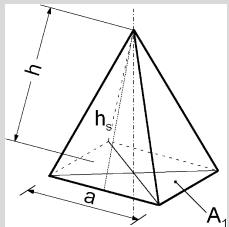
$$V = A_1 \cdot h$$

Prismatoid



$$V = \frac{h}{6} \cdot (A_1 + 4 \cdot A + A_2)$$

Pyramide

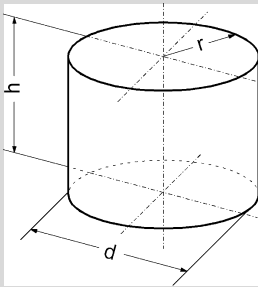


$$V = \frac{1}{3} \cdot A_1 \cdot h$$

$$O = 4 \cdot \frac{a \cdot h_s}{2} + a^2$$

$$h_s = \sqrt{h^2 + \frac{a^2}{4}}$$

Zylinder

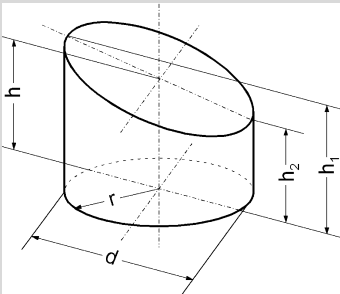


$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot h$$

$$M = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

$$O = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (r + h)$$

Schief abgeschnittener Zylinder

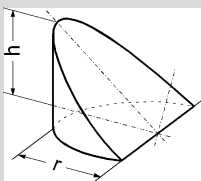


$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot h$$

$$M = \pi \cdot d \cdot h$$

$$O = \pi \cdot r \cdot \left[h_1 + h_2 + r + \sqrt{r^2 + \frac{(h_1 - h_2)^2}{4}} \right]$$

Zylinderhuf (Zylinderabschnitt)

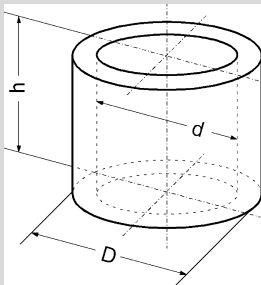


$$V = \frac{2}{3} \cdot r^2 \cdot h$$

$$M = 2 \cdot r \cdot h$$

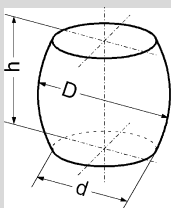
$$O = M + \frac{\pi}{2} \cdot r^2 + \frac{\pi}{2} \cdot r \cdot \sqrt{r^2 + h^2}$$

Hohlzylinder



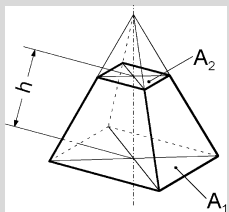
$$V = \frac{\pi}{4} \cdot h \cdot (D^2 - d^2)$$

Fass



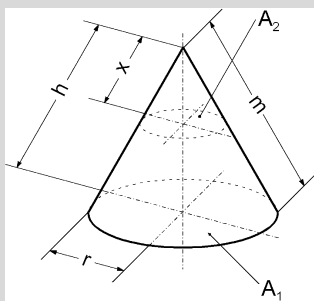
$$V \approx \frac{\pi}{12} \cdot h \cdot (2 \cdot D^2 + d^2)$$

Pyramidenstumpf (gilt auch bei „anderseckigen“ Grundflächen)



$$V = \frac{h}{3} \cdot (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$$

Kegel



$$V = \frac{\pi}{3} \cdot r^2 \cdot h$$

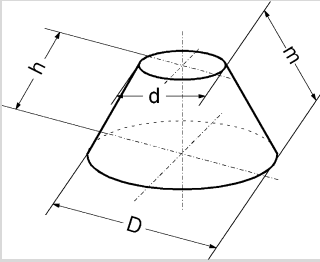
$$M = \pi \cdot r \cdot m$$

$$O = \pi \cdot r \cdot (r + m)$$

$$m = \sqrt{h^2 + r^2}$$

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{x^2}{h^2}$$

Kegelstumpf

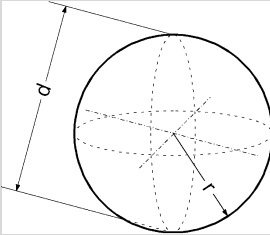


$$V = \frac{\pi}{12} \cdot h \cdot (D^2 + D \cdot d + d^2)$$

$$M = \frac{\pi}{2} \cdot m \cdot (D + d)$$

$$m = \sqrt{\left(\frac{D-d}{2}\right)^2 + h^2}$$

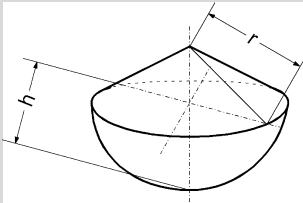
Kugel



$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{1}{6} \pi \cdot d^3 \approx 4,189 \cdot r^3$$

$$O = 4 \cdot \pi \cdot r^2 = \pi \cdot d^2$$

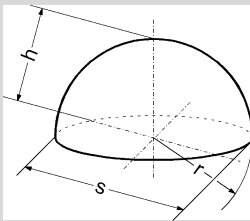
Kugelausschnitt



$$V = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$O = \pi \cdot r \cdot (2 \cdot h + \sqrt{h \cdot (2 \cdot r - h)})$$

Kugelabschnitt



$$V = \frac{\pi}{3} \cdot h^2 \cdot (3 \cdot r - h)$$

$$M = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$$

$$O = \pi \cdot h \cdot (4 \cdot r - h)$$

$$s = 2 \cdot \sqrt{h \cdot (2 \cdot r - h)}$$

1.4.3 Rechenregeln

Potenzen

$$a^0 = 1$$

$$a^n \cdot b^n = (a \cdot b)^n$$

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n}$$

$$(a^m)^n = a^{m \cdot n}$$

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$$

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

$$\frac{a^n}{b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^n$$

$$(a+b)^2 = a^2 + 2 \cdot a \cdot b + b^2$$

$$(a-b)^2 = a^2 - 2 \cdot a \cdot b + b^2$$

$$(a+b) \cdot (a-b) = a^2 - b^2$$

$$(a+b)^3 = a^3 + 3 \cdot a^2 \cdot b + 3 \cdot a \cdot b^2 + b^3$$

$$(a-b)^3 = a^3 - 3 \cdot a^2 \cdot b + 3 \cdot a \cdot b^2 - b^3$$

Wurzeln

$$\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$$

$$\sqrt[n]{a^n} = a$$

$$\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}$$

$$\sqrt[n]{a^{m \cdot n}} = a^m$$

$$\sqrt[n]{a \cdot b} = \sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b}$$

$$\sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}}$$

$$\sqrt[n]{\frac{1}{a}} = \frac{1}{\sqrt[n]{a}} = a^{-\frac{1}{n}}$$

$$\sqrt[n]{\sqrt[m]{a}} = \sqrt[n \cdot m]{a} = \sqrt[m]{\sqrt[n]{a}}$$

Logarithmen

$$\log_e a = \ln a$$

$$e^{\ln a} = a$$

$$\log_{10} a = \lg a$$

$$10^{\lg a} = a$$

$$\log_b a = c \Leftrightarrow b^c = a$$

$$\log_b 1 = 0$$

$$\log_b b = 1$$

$$\log_b (c \cdot d) = \log_b c + \log_b d$$

$$\log_b \left(\frac{c}{d} \right) = \log_b c - \log_b d$$

$$\log_b a^n = n \cdot \log_b a$$

$$\log_b \sqrt[n]{a} = \frac{1}{n} \cdot \log_b a = \log_b (a^{\frac{1}{n}})$$

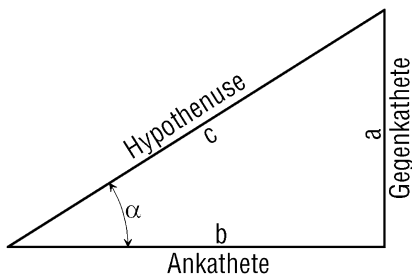
$$\log_a \frac{1}{x} = -\log_a x$$

$$\log_a (x + y) = \log_a x + \log_a \left(1 + \frac{y}{x} \right)$$

$$\log_a (x - y) = \log_a x + \log_a \left(1 - \frac{y}{x} \right)$$

Quadratische Gleichung

$$x^2 + p \cdot x + q = 0 \quad x_{1/2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\frac{p^2}{4} - q}$$

1.4.4 Trigonometrie

$$\sin a = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{a}{c}$$

$$\cos a = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{b}{c}$$

$$\tan a = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{a}{b}$$

$$\cot a = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Gegenkathete}} = \frac{b}{a}$$

1.5 Wärme- und feuchtetechnische Kennwerte von Baustoffen

In den folgenden Tabellen sind wärme- und feuchtetechnische Kennwerte von Baustoffen gemäß DIN 4108-4 und DIN EN ISO 10456 zusammengestellt.

1.5.1 Putze, Mörtel, Asphalt und Estriche

	1		2	3	4
1	Stoff		ρ in kg/m³	λ_B in W/(mK)	μ [-]
2	Putze				
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk		(1800)	1,0	15 / 35
4	Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit		(1400)	0,70	10
5	Leichtputz		< 1300	0,56	15 / 20
6			≤ 1000	0,38	
7			≤ 700	0,25	
8	Gipsputz ohne Zuschlag		(1200)	0,51	10
9	Wärmedämmputz nach DIN EN 988-1	T 1	(≥ 200)	0,12	5 / 20
10	der Kategorie:	T 2		0,24	
11	Kunstharzputz		(1100)	0,70	50 / 200
12	Mauermörtel				
13	Zementmörtel		(2000)	1,6	15 / 35
14	Normalmörtel (NM)		(1800)	1,2	
15	Dünnbettmauermörtel (DM)		(1600)	1,0	
16	Leichtmauermörtel (LM) nach DIN EN 1996-1,	LM21	≤ 1000	0,36	
17	DIN EN 1996-2	LM36	≤ 700	0,21	5 / 20
18	Leichtmauermörtel		250	0,10	
19			400	0,14	
20			700	0,25	
21			1000	0,38	
22			1500	0,69	
23	Asphalt				
24	Gussasphaltestrich		2300	0,90	∞
25	Estriche				
26	Zement-Estrich		(2000)	1,4	15 / 35
27	Anhydrit-Estrich		(2100)	1,2	
28	Magnesia-Estrich		1400	0,47	
29			2300	0,70	

1.5.2 Beton-Bauteile

	1		2	3	4
1	Stoff		ρ in kg/m³	λ_B in W/(mK)	μ [-]
2	Beton nach DIN EN 206		1800	1,15	60 / 100
3			2000	1,35	
4			2200	1,65	70 / 120
5			2400	2,00	80 / 130
6	Stahlbeton	1% Stahlanteil	2300	2,3	80 / 130
7		2% Stahlanteil	2400	2,5	
8	Leichtbeton und Stahlleichtbeton mit geschlossenem Gefüge nach DIN EN 206 und DIN 1045-2, hergestellt unter Verwendung von Zuschlägen mit porigem Gefüge nach DIN EN 13055-1 ohne Quarzsandzusatz <i>(Bei Quarzsandzusatz erhöhen sich die Werte von λ um 20 %)</i>		800	0,39	70 / 150
9			900	0,44	
10			1000	0,49	
11			1100	0,55	
12			1200	0,62	
13			1300	0,70	
14			1400	0,79	
15			1500	0,89	
16			1600	1,0	
17			1800	1,15	
18			2000	1,35	
19	Dampfgehärteter Porenbeton nach DIN EN 12602		350	0,11	5 / 10
20			400	0,12	
21			450	0,13	
22			500	0,14	
23			550	0,16	
24			600	0,18	
25			650	0,19	
26			700	0,20	
27			750	0,21	
28			800	0,23	
29			900	0,26	
30			1000	0,29	
31	Leichtbeton mit haufwerkporigem Gefüge - mit nichtporigen Zuschlägen nach DIN EN 12620, z.B. Kies		1600	0,81	3 / 10
32			1800	1,1	
33			2000	1,3	5 / 10

	1	2	3	4
1	Stoff	ρ in kg/m ³	λ_B in W/(mK)	μ [-]
34	Leichtbeton mit haufwerkporigem Gefüge - mit porigen Zuschlägen nach DIN EN 13055-1, ohne Quarzsandzusatz (Bei Quarzsandzusatz erhöhen sich die Werte von λ um 20 %)	600	0,22	5 / 15
35		700	0,26	
36		800	0,28	
37		1000	0,36	
38		1200	0,46	
39		1400	0,57	
40		1600	0,75	
41		1800	0,92	
42		2000	1,20	
43	Leichtbeton mit haufwerkporigem Gefüge - ausschließlich unter Verwendung von Naturbims	400	0,12	5 / 15
44		450	0,13	
45		500	0,15	
46		600	0,18	
47		700	0,20	
48		800	0,24	
49		900	0,27	
50		1000	0,32	
51	Leichtbeton mit haufwerkporigem Gefüge - ausschließlich unter Verwendung von Blähton	1100	0,37	5 / 15
52		1200	0,41	
53		1300	0,47	
54		400	0,13	
55		500	0,16	
56		600	0,19	
57		700	0,23	
58		800	0,26	
59		900	0,30	
60	Leichtbeton mit haufwerkporigem Gefüge - ausschließlich unter Verwendung von Blähton	1000	0,35	5 / 15
61		1100	0,39	
62		1200	0,44	
63		1300	0,50	
64		1400	0,55	
65		1500	0,60	
66		1600	0,68	
67		1700	0,76	

1.5.3 Bauplatten

	1	2	3	4
1	Stoff	ρ in kg/m³	λ_B in W/(mK)	μ [-]
2	Porenbeton-Bauplatten (Ppl) unbewehrt nach DIN 4166 mit normaler Fugendicke und Mauermörtel nach DIN EN 1996-1-1, DIN EN 1996-2 verlegt	400	0,20	5 / 10
3		500	0,22	
4		600	0,24	
5		700	0,27	
6		800	0,29	
7	Porenbeton-Planbauplatten (Pppl) unbewehrt nach DIN 4166, dünnfugig verlegt	350	0,11	5 / 10
8		400	0,13	
9		450	0,15	
10		500	0,16	
11		550	0,18	
12		600	0,19	
13		650	0,21	
14		700	0,22	
15		750	0,24	
16		800	0,25	
17	Wandbauplatten aus Leichtbeton nach DIN 18162	800	0,29	5 / 10
18		900	0,32	
19		1000	0,37	
20		1200	0,47	
21	Wandbauplatten aus Gips nach DIN EN 12859, auch mit Poren, Hohlräumen, Füllstoffen oder Zuschlägen	1400	0,58	5 / 10
22		750	0,35	
23		900	0,41	
24		1000	0,47	
25	Gipskartonplatten nach DIN 18180, DIN EN 520	1200	0,58	4 / 10
26		800	0,25	