

Inhaltsverzeichnis

1	Berechnungshilfen	
1.1	Mathematische Grundlagen	1
1.1.1	Geometrie	1
1.1.2	Rechenregeln	8
1.1.3	Vielfache und Teile der SI-Einheiten	10
1.2	Griechisches Alphabet	11
1.3	Modale Hilfsverben in der Normung	12
1.4	Einheiten-Umrechnungstabellen	13
1.4.1	Länge	13
1.4.2	Fläche	13
1.4.3	Volumen	13
1.4.4	Masse	14
1.4.5	Zeit	14
1.4.6	Kraft	14
1.4.7	Spannung	15
1.4.8	Druck	15
1.4.9	Arbeit	15
1.4.10	Leistung	16
1.4.11	Wärmeleitfähigkeit	16
1.4.12	Spezifische Wärmekapazität	16
1.4.13	Wärmedurchgangskoeffizient	17
1.4.14	Wärmestromdichte	17
1.5	Bauschaffuren	18
1.6	Wärme- und feuchtetechnische Kennwerte	20
1.6.1	Putze, Mörtel und Estriche	20
1.6.2	Beton-Bauteile	21
1.6.3	Bauplatten	23
1.6.4	Mauerwerk aus Klinkern und Ziegeln	24
1.6.5	Mauerwerk aus Kalksandsteinen und Porenbeton-Plansteinen	25
1.6.6	Mauerwerk aus Betonsteinen	26
1.6.7	Holz und Holzwerkstoffe	28
1.6.8	Wärmedämmstoffe	29
1.6.9	Fußbodenbeläge, Abdichtstoffe	38
1.6.10	Gummi, massive Kunststoffe	39
1.6.11	Dachbahnen, Folien	40
1.6.12	Glas	40
1.6.13	Gesteine und Lehmbaustoffe	41
1.6.14	Böden	42
1.6.15	Dachziegelsteine und Platten	42
1.6.16	Lose Schüttungen	43
1.6.17	Metalle	43

1.6.18	Wasser, Eis, Schnee	44
1.6.19	Gase	44
2	Wärmeschutz	
2.1	Wärmeschutztechnische Begriffe	45
2.1.1	Temperatur	45
2.1.2	Rohdichte	45
2.1.3	Wärmemenge, Spezifische Wärmekapazität	45
2.1.4	Wärmeleitfähigkeit	45
2.1.5	Temperaturleitzahl	46
2.1.6	Wärmeeindringkoeffizient	46
2.1.7	Wärmestrom	47
2.1.8	Wärmestromdichte	47
2.1.9	Wärmeübergangskoeffizient	48
2.1.10	Wärmeübergangswiderstand	50
2.1.11	Wärmedurchlasswiderstand	52
2.1.12	Wärmedurchgangswiderstand	59
2.1.13	Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) für opake Bauteile	63
2.1.14	Wärmedurchgangskoeffizient für Fenster	68
2.1.15	Wärmedurchgangskoeffizient von Rollladenkästen	79
2.1.16	Wärmedurchgangskoeffizient von Rollläden, Fensterläden etc.	80
2.1.17	Wärmedurchgangskoeffizient von Türen	82
2.1.18	Wärmedurchgangskoeffizient für Tore	83
2.1.19	Wärmedurchgangskoeffizient von Vorhangfassaden - Einzelbeurteilungsmethode nach DIN EN ISO 12631.....	84
2.2	Temperaturverteilungen in Bauteilen	86
2.2.1	Eindimensional, stationäre Randbedingungen	86
2.2.2	Eindimensional, instationäre Randbedingungen - Binder/Schmidt	88
2.3	Wärmebrücken	91
2.3.1	Definition und Formen des Auftretens	91
2.3.2	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	92
2.3.3	Wärmebrückenkataloge	94
2.3.4	Berücksichtigung von Wärmebrücken beim Energieeffizienz-Nachweis .	95
2.4	Anforderungen an den Wärmeschutz im Winter	97
2.4.1	Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2	97
2.5	Energiesparender Wärmeschutz - Gebäudeenergiegesetz 2024 ..	104
2.5.1	Anwendungsbereich des GEG	104
2.5.2	Bezugsgrößen und Anforderungen für Neubauten	105
2.5.3	Anforderungen bei Maßnahmen an bestehenden Gebäuden sowie bei der Errichtung kleiner Gebäude	113
2.5.4	Nachweismethodik	119
2.5.5	Ermittlung der Eingangsgrößen	123
2.5.6	Vereinfachte Berechnung des Heizenergiebedarfs - Periodenbilanzverfahren	125

2.6	Wärmeübertragung über das Erdreich	131
2.6.1	Einführung	131
2.6.2	Wärmeverluste über erdberührte Bodenplatten (nicht unterkellert)	134
2.6.3	Wärmeverluste über aufgeständerte Bodenplatten (Kriechkeller)	135
2.6.4	Wärmeverluste bei beheiztem Keller	136
2.6.5	Wärmeverluste bei unbeheiztem oder teilweise beheiztem Keller	137
2.6.6	Wärmetechnische Bemessung von Gebäudegründungen zur Vermeidung von Frosthebung gemäß DIN EN ISO 13793	138
2.7	Sommerlicher Wärmeschutz	144
2.7.1	Zielsetzung	144
2.7.2	Einflussgrößen	144
2.7.3	Kritischer Raum	149
2.7.4	Aufenthaltsraum	149
2.7.5	Bestimmung der Bauschwere	151
2.7.6	Maßgebende Grundfläche	152
2.7.7	Nachweisführung bei unbeheizten Glasvorbauten	153
2.7.8	Entfall eines Nachweises / Nachweisfreiheit	153
2.7.9	Sonneneintragskennwerteverfahren gemäß DIN 4108-2	154
2.8	Luftdichtheit	159
2.8.1	Einführung	159
2.8.2	Anforderungen und Planungsempfehlungen gemäß DIN 4108-7	159
3	Feuchteschutz	
3.1	Feuchteschutztechnische Begriffe	169
3.1.1	Wasserdampf	169
3.1.2	Wasserdampfpartialdruck	169
3.1.3	Wasserdampfsättigungsdruck	170
3.1.4	Normatmosphäre	172
3.1.5	Relative Luftfeuchte	172
3.1.6	Konzentration der trockenen Luft	172
3.1.7	Wasserdampfkonzentration	173
3.1.8	Wasserdampfsättigungskonzentration	173
3.1.9	Taupunkttemperatur	175
3.1.10	Schimmelpilz-Grenztemperatur	176
3.1.11	Wasserdampf-Diffusionsübergangswiderstand	177
3.1.12	Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient ruhender Luft	178
3.1.13	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl	178
3.1.14	Wasserdampf-Diffusionsdurchlasswiderstand	180
3.1.15	Wasserdampf-Diffusionsdurchgangskoeffizient	181
3.1.16	Wasserdampf-Diffusionsstromdichte	182
3.1.17	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke	182
3.1.18	Sorptionsisotherme	183
3.1.19	Massebezogener Feuchtegehalt	183
3.1.20	Volumenbezogener Feuchtegehalt	184

3.1.21	Gleichgewichtsfeuchtegehalt	184
3.1.22	Praktischer Feuchtegehalt	185
3.1.23	Kritischer Feuchtegehalt	185
3.1.24	Maximaler Feuchtegehalt	185
3.2	Bestimmung des Wasserdampfpartialdruckverlaufes	185
3.2.1	Rechnerisches Verfahren	185
3.2.2	Graphisches Verfahren	186
3.3	Schlagregenschutz	188
3.3.1	Schlagregenbeanspruchungsgruppen	189
3.3.2	Klassifizierung für Putze und Beschichtungen	191
3.3.3	Einordnung von Wandbauarten	192
3.3.4	Fugen und Anschlüsse	192
3.3.5	Bestimmungen für weitere Bauteilgruppen	193
3.3.6	Innendämmungen	194
3.3.7	Fachwerkfassaden	195
3.4	Klimabedingter Feuchteschutz gemäß DIN 4108-3	197
3.4.1	Tauwasserbildung und Schimmelpilzbildung auf Bauteiloberflächen ..	197
3.4.2	Tauwasserbildung im Innern von Bauteilen	198
3.4.3	Ablauf der Nachweisführung im Glaser-Verfahren	199
3.4.4	Bemessung einer erforderlichen Dampfbremse	213
3.4.5	Bauteile ohne erforderlichen rechnerischen Tauwassernachweis	215
3.5	Klimabedingter Feuchteschutz gemäß DIN EN ISO 13788	227
3.5.1	Außenseitige klimatische Randbedingungen	227
3.5.2	Raumseitige klimatische Randbedingungen	232
3.5.3	Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte	236
4	Schallausbreitung	
4.1	Physikalische Grundlagen der Schallausbreitung	241
4.1.1	Schallschwingung	241
4.1.2	Schallgeschwindigkeiten	245
4.1.3	Schallpegel I.....	246
4.1.4	Lautstärkeempfinden und Frequenzbewertung.....	252
4.1.5	Schallausbreitung.....	255
4.2	Immissionsgrenzwerte bei Schallausbreitung im Freien	258
4.2.1	Allgemeines.....	258
4.2.2	Verweise auf Regelwerke	258
4.2.3	Anforderungen und Orientierungswerten	264
4.3	Ermittlung von Schallimmissionen nach DIN 18005.....	270
4.3.1	Allgemeines	270
4.3.2	Richtwerte zur Einhaltung unterschiedlicher Beurteilungspegel	270
4.3.3	Vereinfachte Schätzverfahren für Verkehrsanlagen (Diagramme)	271

4.4	Ermittlung von Schallimmissionen nach TA Lärm	276
4.4.1	Allgemeines.....	276
4.4.2	Ermittlung der Geräuschimmissionen aus Vorbelastung durch Messung.....	277
4.4.3	Ermittlung der Geräuschimmissionen aus Zusatzbelastung mit der überschlägigen Prognose	279
4.5	Ermittlung von Schallimmissionen nach DIN ISO 9613-2	282
4.5.1	Anwendungsbereich	282
4.5.2	Randbedingungen	283
4.5.3	Rechenvorgaben	285
5	Bauakustik	
5.1	Grundlagen des Luftschallschutzes	303
5.1.1	Schalltransmissionsgrad	303
5.1.2	Schallpegeldifferenz	303
5.1.3	Norm-Schallpegeldifferenz	304
5.1.4	Standard-Schallpegeldifferenz	304
5.1.5	Schachtpegeldifferenz	305
5.1.6	Luftschalldämmung	305
5.1.7	Bewertung des Schalldämm-Maßes	309
5.1.8	Spektrum-Anpassung	311
5.1.9	Schalldämmung zusammengesetzter Flächen	315
5.1.10	Schalldämmung eines Bauelements	316
5.1.11	BERGERSches Gesetz	316
5.1.12	Einschalige Bauteile	318
5.1.13	Mehrschalige Bauteile	321
5.2	Grundlagen des Trittschallschutzes	324
5.2.1	Schallübertragungswege	324
5.2.2	Trittschallpegel	325
5.2.3	Norm-Trittschallpegel.....	326
5.2.4	Standard-Trittschallpegel	326
5.2.5	Bewerteter Norm-Trittschallpegel	327
5.2.6	Norm-Trittschallpegel flankierender Bauteile	327
5.2.7	Trittschallminderung durch Deckenauflagen	328
5.2.8	Bewertung des Norm-Trittschallpegels	329
5.2.9	Spektrum-Anpassung	330
5.3	Anforderungen an den Schallschutz	331
5.3.1	Rechtlicher Anspruch	331
5.3.2	Anforderungen gemäß DIN 4109.....	333
5.3.3	Erhöhte Anforderungen gemäß DIN 4109-5	351
5.3.4	Anforderungen für Wohnungen gemäß VDI 4100 (08.2007)	363
5.3.5	Anforderungen für Wohnungen gemäß VDI 4100 (10.2012)	368
5.3.6	DEGA-Empfehlungen 103	373

5.3.7	Empfehlungen und Anforderungen bei Büros gemäß VDI 2569	379
5.3.8	Anforderungen bei Gaststätten und Kegelbahnen gemäß VDI 3726 ..	381
5.3.9	Anforderungen bei Sporthallen	382
5.4	Nachweisverfahren im Schallschutz	384
5.4.1	Sicherheitskonzept	384
5.4.2	Luftschalldämmung gemäß DIN 4109-2 für massive Konstruktionen ..	384
5.4.3	Luftschalldämmung gemäß DIN 4109-2 für Holz-, Leicht- und Trockenbau	390
5.4.4	Luftschalldämmung gemäß DIN 4109-2 für Skelettbau und bei Mischbauweisen	391
5.4.5	Luftschalldämmung gemäß DIN 4109-2 von zweischaligen massiven Gebäudetrennwänden	392
5.4.6	Luftschalldämmung von Außenbauteilen gemäß DIN 4109-2	392
5.4.7	Trittschallschutz im Gebäude gemäß DIN 4109-2	398
5.4.8	Ermittlung von Kenngrößen zur Planung des Schallschutzes	403
5.4.9	Schallübertragung aus gebäudetechnischen Anlagen	404
5.4.10	Luftschallschutz gegen Emissionen aus dem Gebäude ins Freie	405
5.4.11	Schallschutz gegenüber Emissionen von Wärmepumpen	412
5.5	Kennwerte für den Luft- und Trittschallschutz	416
5.5.1	Luftschalldämmung von massiven Innen- und Außenwänden	416
5.5.2	Luft- und Trittschalldämmung von massiven Decken	433
5.5.3	Luftschalldämmung von massiven Dächern	442
5.5.4	Trittschalldämmung von massiven Treppen	445
5.5.5	Stoßstellen massiver Bauteile	448
5.5.6	Luftschalldämmung von Dächern in Leichtbauweise	454
5.5.7	Luftschalldämmung von Wänden in Trockenbauweise	465
5.5.8	Luft- und Trittschalldämmung von Holzbalkendecken	469
5.5.9	Schalldämmung von Fenstern und Rollladenkästen	477
5.5.10	Schalldämmung von Türen und Fugen	484
5.5.11	Elemente in Massivholzbauweise	487
5.5.12	Sonstige Elemente	490
6	Raumakustik	
6.1	Grundlagen der Raumakustik	493
6.1.1	Motivation und Ziele	493
6.1.2	Schallausbreitung und Schallfelder	493
6.1.3	Frequenzbereiche	497
6.2	Zentrale Kennwerte	500
6.2.1	Absorption, Reflexion und Diffusion	500
6.2.2	Schalldruckpegel in Räumen	501
6.2.3	Hallradius	502
6.2.4	Äquivalente Schallabsorptionsfläche	503
6.2.5	Laufzeit- und Laufwegsdifferenz	505

6.2.6	Spiegelschallquelle	506
6.2.7	Nachhallzeit	510
6.2.8	Gesamtstörschalldruckpegel	510
6.2.9	Sprachübertragungsindex	511
6.3	Anforderungen und Empfehlungen	513
6.3.1	Verständlichkeit in größeren Räumen	513
6.3.2	Hörsamkeit in Räumen über mittlere und größere Entfernungen gemäß DIN 18041	513
6.3.3	Anforderungen an Störgeräuschpegel in A-Räumen nach DIN 18041	517
6.3.4	Bedämpfung von Räumen der Gruppe B (Hörsamkeit über kurze Entfernungen) gemäß DIN 18041	518
6.3.5	Hörsamkeit in Büros	519
6.3.6	Raumqualität gemäß Arbeitsstättenverordnung	525
6.3.7	Akustische Raumqualität in Kindertagesstätten	527
6.3.8	Akustische Raumqualität in Sporthallen	528
6.3.9	Akustische Raumqualität in Hallenbädern	530
6.4	Nachweisverfahren	531
6.4.1	Verständlichkeit	531
6.4.2	Äquivalente Absorptionsfläche für Räume der Gruppe B	532
6.4.3	Nachhallzeit im diffusen Schallfeld	532
6.4.4	Nachhallzeit im nicht-diffusen (gerichteten) Schallfeld	533
6.4.5	Schalldruckpegelminderung	539
6.5	Raumoberflächen	542
6.5.1	Reflektoren	542
6.5.2	Absorber und Resonatoren	544
6.5.3	Zusammenstellung Schallabsorptionsgrade	552
6.5.4	Diffusoren	567
6.6	Planungsparameter für eine gute Hörsamkeit	568
6.6.1	Bauakustik	568
6.6.2	Raumgeometrie	569
6.6.3	Oberflächenausführung in kleinen und mittelgroßen Räumen	571
7	Brandschutz	575
7.1	Anforderungen an den Brandschutz	575
7.1.1	Allgemeines	575
7.1.2	Musterbauordnung (MBO)	576
7.2	Brandverlauf	578
7.3	Klassifizierung von Baustoffen und Bauteilen	581
7.3.1	Klassifizierung gemäß DIN 4102-1 - Baustoffe	581
7.3.2	Klassifizierung gemäß DIN 4102-2 - Bauteile	582
7.3.3	Klassifizierung gemäß DIN EN 13501-1: Benennung des Brandverhaltens von Bauprodukten.....	585
7.3.4	DIN EN 13501-2: Benennung des Feuerwiderstandes	588

7.4	Konstruktiver Brandschutz gemäß Landesbauordnung NRW	590
7.4.1	Gebäudeklassen (§2 LBO)	590
7.4.2	Brandverhalten von Bauteilen	590
7.4.3	Zusammenfassung - Anforderungen an tragende und trennende Bauteile	602
7.5	Brandschutzbemessung	605
7.5.1	Betonbauteile gemäß DIN EN 1992 – Eurocode 2	605
7.5.2	Mauerwerkbauweise gemäß DIN EN 1996 – Eurocode 6	610
7.5.3	Holzbauteile gemäß DIN EN 1995 – Eurocode 5	613
7.5.4	Stahlbauteile gemäß DIN EN 1993 – Eurocode 3	614
7.6	Planerischer Brandschutz gemäß Landesbauordnung NRW	618
7.6.1	Inhalt von Brandschutzkonzepten	618
7.6.2	Zugänge und Zufahrten (§5 LBO)	620
7.6.3	Erster und zweiter Rettungsweg (§33 LBO)	621
7.6.4	Treppen (§34 LBO)	623
7.6.5	Notwendige Treppenräume, Ausgänge (§35 LBO)	624
7.6.6	Notwendige Flure, offene Gänge (§§ 35-36 LBO)	627
7.6.7	Fenster, Türen, sonstige Öffnungen (§37 LBO)	630
7.6.8	Aufzüge	631
7.6.9	Planerischer Brandschutz - Sonderbauten	632
7.7	Brandschutz im Industriebau.....	634
7.7.1	Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (M IndBauRL)	634
7.7.2	DIN 18230 – Baulicher Brandschutz im Industriebau	636
7.8	Rauch- und Wärmefreihaltung	637
8	Literaturverzeichnis	
8.1	Normen und Richtlinien	639
8.2	Verordnungen und Veröffentlichungen	659
	Index	666