

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	69
2.1.15	Wärmedurchgangskoeffizient von Rollladenkästen	78
2.1.16	Wärmedurchgangskoeffizient von Rollläden, Fensterläden etc.	79
2.1.17	Wärmedurchgangskoeffizient von Türen	81
2.1.18	Wärmedurchgangskoeffizient für Tore	82
2.1.19	Wärmedurchgangskoeffizient von Vorhangfassaden - Einzelbeurteilungsmethode nach DIN EN ISO 12631.....	83
2.2	Temperaturverteilungen in Bauteilen	85
2.2.1	Eindimensional, stationäre Randbedingungen	85
2.2.2	Eindimensional, instationäre Randbedingungen - Binder/Schmidt	87
2.3	Wärmebrücken	90
2.3.1	Definition und Formen des Auftretens	90
2.3.2	Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient	91
2.3.3	Wärmebrückenkataloge	93
2.3.4	Berücksichtigung von Wärmebrücken beim Nachweis nach GEG	94
2.4	Anforderungen an den Wärmeschutz im Winter	96
2.4.1	Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2	96
2.5	Energiesparender Wärmeschutz - Gebäudeenergiegesetz 2020... ..	103
2.5.1	Anwendungsbereich des GEG	103
2.5.2	Bezugsgrößen und Anforderungen für Neubauten	104
2.5.3	Anforderungen bei Maßnahmen an bestehenden Gebäuden sowie bei der Errichtung kleiner Gebäude	112
2.5.4	Nachweismethodik	118
2.5.5	Ermittlung der Eingangsgrößen	124
2.5.6	Tabellen zur Ermittlung der Wärmeverluste und -gewinne im Monatsbilanzverfahren gemäß DIN V 4108-6	125
2.5.7	Ermittlung des Ausnutzungsgrades der solaren und internen Gewinne	135
2.5.8	Ermittlung der Anlagenaufwandszahl gemäß DIN V 4701-10	135

2.5.9	Vereinfachte Berechnung des Heizenergiebedarfs - Periodenbilanzverfahren	141
2.6	Wärmeübertragung über das Erdreich	147
2.6.1	Einführung.....	147
2.6.2	Wärmeverluste über erdberührte Bodenplatten (nicht unterkellert)	150
2.6.3	Wärmeverluste über aufgeständerte Bodenplatten (Kriechkeller)	151
2.6.4	Wärmeverluste bei beheiztem Keller	152
2.6.5	Wärmeverluste bei unbeheiztem oder teilweise beheiztem Keller.....	153
2.6.6	Wärmetechnische Bemessung von Gebäudegründungen zur Vermeidung von Frosthebung gemäß DIN EN ISO 13793	154
2.7	Sommerlicher Wärmeschutz.....	160
2.7.1	Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2	160
2.7.2	Sonneneintragskennwert	161
2.7.3	Zulässiger Sonneneintragskennwert	164
2.7.4	Wärmespeicherfähigkeit der raumumschließenden Bauteile	168
2.8	Luftdichtheit	170
2.8.1	Einführung	170
2.8.2	Anforderungen und Planungsempfehlungen gemäß DIN 4108-7	170
3	Feuchteschutz	
3.1	Feuchteschutztechnische Begriffe.....	179
3.1.1	Wasserdampf.....	179
3.1.2	Wasserdampfpartialdruck	179
3.1.3	Wasserdampfsättigungsdruck	180
3.1.4	Normatmosphäre	182
3.1.5	Relative Luftfeuchte	182
3.1.6	Konzentration der trockenen Luft	182
3.1.7	Wasserdampfkonzentration	183
3.1.8	Wasserdampfsättigungskonzentration	183
3.1.9	Taupunkttemperatur	185
3.1.10	Schimmelpilz-Grenztemperatur	186
3.1.11	Wasserdampf-Diffusionsübergangswiderstand	187
3.1.12	Wasserdampf-Diffusionsleitkoeffizient ruhender Luft	188
3.1.13	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl	188
3.1.14	Wasserdampf-Diffusionsdurchlasswiderstand	190
3.1.15	Wasserdampf-Diffusionsdurchgangskoeffizient	191
3.1.16	Wasserdampf-Diffusionsstromdichte	192
3.1.17	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke	193
3.1.18	Sorptionsisotherme	193
3.1.19	Massebezogener Feuchtegehalt	194
3.1.20	Volumenbezogener Feuchtegehalt	194
3.1.21	Gleichgewichtsfeuchtegehalt	195
3.1.22	Praktischer Feuchtegehalt	195
3.1.23	Kritischer Feuchtegehalt	196
3.1.24	Maximaler Feuchtegehalt.....	196

3.2	Bestimmung des Wasserdampfpartialdruckverlaufes	196
3.2.1	Rechnerisches Verfahren	196
3.2.2	Graphisches Verfahren	197
3.3	Schlagregenschutz	199
3.3.1	Schlagregenbeanspruchungsgruppen	200
3.3.2	Klassifizierung für Putze und Beschichtungen	202
3.3.3	Einordnung von Wandbauarten	204
3.3.4	Fugen und Anschlüsse	204
3.3.5	Bestimmungen für weitere Bauteilgruppen	205
3.3.6	Innendämmungen	206
3.3.7	Fachwerkfassaden	207
3.4	Klimabedingter Feuchteschutz gemäß DIN 4108-3.....	209
3.4.1	Tauwasserbildung und Schimmelpilzbildung auf Bauteiloberflächen ..	209
3.4.2	Tauwasserbildung im Innern von Bauteilen	210
3.4.3	Ablauf der Nachweisführung im Glaser-Verfahren.....	211
3.4.4	Bemessung einer erforderlichen Dampfbremse.....	225
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.....	245
4.1.4	Lautstärkeempfinden und Frequenzbewertung.....	248
4.1.5	Schallausbreitung.....	251
4.2	Immissionsgrenzwerte bei Schallausbreitung im Freien	253
4.2.1	Allgemeines.....	253
4.2.2	Anforderungen und Orientierungswerten	254
4.3	Ermittlung von Schallimmissionen nach DIN 18005-1	260
4.3.1	Allgemeines.....	260
4.3.2	Richtwerte zur Einhaltung unterschiedlicher Beurteilungspegel	261
4.3.3	Verweise auf Regelwerke	262
4.3.4	Vereinfachte Schätzverfahren für Verkehrsanlagen (Diagramme)	263
4.4	Ermittlung von Schallimmissionen nach TA Lärm	268
4.4.1	Allgemeines.....	268
4.4.2	Ermittlung der Geräuschimmissionen aus Vorbelastung durch Messung.....	269
4.4.3	Ermittlung der Geräuschimmissionen aus Zusatzbelastung mit der überschlägigen Prognose	271

4.5	Ermittlung von Schallimmissionen nach DIN ISO 9613-2	274
4.5.1	Anwendungsbereich	274
4.5.2	Randbedingungen	275
4.5.3	Rechenvorgaben	277
5	Bauakustik	
5.1	Grundlagen des Luftschallschutzes	295
5.1.1	Schalltransmissionsgrad	295
5.1.2	Schallpegeldifferenz.....	295
5.1.3	Norm-Schallpegeldifferenz.....	296
5.1.4	Standard-Schallpegeldifferenz.....	296
5.1.5	Schachtpegeldifferenz	297
5.1.6	Luftschalldämmung	297
5.1.7	Bewertung des Schalldämm-Maßes	301
5.1.8	Spektrum-Anpassung.....	303
5.1.9	Schalldämmung zusammengesetzter Flächen	307
5.1.10	Schalldämmung eines Bauelements.....	308
5.1.11	BERGERSches Gesetz	308
5.1.12	Einschalige Bauteile.....	310
5.1.13	Mehrschalige Bauteile.....	313
5.2	Grundlagen des Trittschallschutzes	316
5.2.1	Schallübertragungswege.....	316
5.2.2	Trittschallpegel	317
5.2.3	Norm-Trittschallpegel.....	318
5.2.4	Standard-Trittschallpegel	318
5.2.5	Bewerteter Norm-Trittschallpegel	319
5.2.6	Norm-Trittschallpegel flankierender Bauteile	319
5.2.7	Trittschallminderung durch Deckenauflagen	320
5.2.8	Bewertung des Norm-Trittschallpegels	321
5.2.9	Spektrum-Anpassung.....	322
5.3	Anforderungen an den Schallschutz.....	323
5.3.1	Rechtlicher Anspruch	323
5.3.2	Anforderungen nach DIN 4109	324
5.3.3	Erhöhte Anforderungen nach DIN 4109-5	340
5.3.4	Anforderungen für Wohnungen nach VDI 4100 (08.2007)	352
5.3.5	Anforderungen für Wohnungen nach VDI 4100 (10.2012)	357
5.3.6	DEGA-Empfehlungen 103	362
5.3.7	Empfehlungen und Anforderungen bei Büros nach VDI 2569.....	368
5.3.8	Anforderungen bei Gaststätten und Kegelbahnen nach VDI 3726	370
5.4	Nachweisverfahren im Schallschutz.....	371
5.4.1	Sicherheitskonzept	371
5.4.2	Luftschalldämmung nach DIN 4109-2 für massive Konstruktionen	371
5.4.3	Luftschalldämmung nach DIN 4109-2 für Holz-, Leicht- und Trockenbau	377

5.4.4	Luftschalldämmung nach DIN 4109-2 für Skelettbau und bei Mischbauweisen	378
5.4.5	Luftschalldämmung nach DIN 4109-2 von zweischaligen massiven Gebäudetrennwänden	379
5.4.6	Luftschalldämmung von Außenbauteilen nach DIN 4109-2	379
5.4.7	Trittschallschutz im Gebäude nach DIN 4109-2	385
5.4.8	Ermittlung von Kenngrößen zur Planung des Schallschutzes	390
5.4.9	Schallübertragung aus gebäudetechnischen Anlagen	391
5.4.10	Luftschallschutz gegen Emissionen aus dem Gebäude ins Freie	392
5.5	Kennwerte für den Luft- und Trittschallschutz	399
5.5.1	Luftschalldämmung von massiven Innen- und Außenwänden	399
5.5.2	Luft- und Trittschalldämmung von massiven Decken	415
5.5.3	Luftschalldämmung von massiven Dächern	424
5.5.4	Trittschalldämmung von massiven Treppen	427
5.5.5	Stoßstellen massiver Bauteile	430
5.5.6	Luftschalldämmung von Dächern in Leichtbauweise	436
5.5.7	Luftschalldämmung von Wänden in Holz- und Trockenbauweise	447
5.5.8	Luft- und Trittschalldämmung von Holzbalkendecken	450
5.5.9	Schalldämmung von Fenstern und Rollladenkästen	457
5.5.10	Schalldämmung von Türen und Fugen	464
5.5.11	Sonstige Elemente	467

6 Raumakustik

6.1	Grundlagen der Raumakustik	469
6.1.1	Motivation und Ziele	469
6.1.2	Schallausbreitung und Schallfelder	469
6.1.3	Frequenzbereiche	473
6.2	Zentrale Kennwerte	476
6.2.1	Absorption, Reflexion und Diffusion	476
6.2.2	Schalldruckpegel in Räumen	477
6.2.3	Hallradius	478
6.2.4	Äquivalente Schallabsorptionsfläche	479
6.2.5	Laufzeit- und Laufwegsdifferenz	481
6.2.6	Spiegelschallquelle	482
6.2.7	Nachhallzeit	486
6.2.8	Gesamtstörerschalldruckpegel	486
6.2.9	Sprachübertragungsindex	487
6.3	Anforderungen und Empfehlungen	489
6.3.1	Verständlichkeit in größeren Räumen	489
6.3.2	Hörsamkeit in Räumen über mittlere und größere Entfernungen nach DIN 18041	489
6.3.3	Anforderungen an Störgeräuschpegel in A-Räumen nach DIN 18041	493
6.3.4	Bedämpfung von Räumen der Gruppe B (Hörsamkeit über kurze Entfernungen) nach DIN 18041	494

6.3.5	Hörsamkeit in Büros nach VDI 2569	495
6.3.6	Raumqualität nach Arbeitsstättenverordnung	498
6.3.7	Akustische Raumqualität in Kindertagesstätten	500
6.3.8	Akustische Raumqualität in Hallenbädern	500
6.4	Nachweisverfahren	501
6.4.1	Verständlichkeit	501
6.4.2	Äquivalente Absorptionsfläche für Räume der Gruppe B	502
6.4.3	Nachhallzeit im diffusen Schallfeld	503
6.4.4	Nachhallzeit im nicht-diffusen (gerichteten) Schallfeld	503
6.4.5	Schalldruckpegelminderung	510
6.5	Raumoberflächen	512
6.5.1	Reflektoren	512
6.5.2	Absorber und Resonatoren	515
6.5.3	Zusammenstellung Schallabsorptionsgrade	522
6.5.4	Diffusoren	537
6.6	Planungsparameter für eine gute Hörsamkeit	538
6.6.1	Bauakustik	538
6.6.2	Raumgeometrie	539
6.6.3	Oberflächenausführung in kleinen Räumen	540
7	Brandschutz	
7.1	Anforderungen an den Brandschutz	545
7.1.1	Allgemeines	545
7.1.2	Musterbauordnung (MBO)	546
7.2	Brandverlauf	548
7.3	Klassifizierung von Baustoffen und Bauteilen	551
7.3.1	Klassifizierung gemäß DIN 4102-1 - Baustoffe	551
7.3.2	Klassifizierung gemäß DIN 4102-2 - Bauteile	552
7.3.3	Klassifizierung gemäß DIN EN 13501-1: Benennung des Brandverhaltens von Bauprodukten.....	555
7.3.4	DIN EN 13501-2: Benennung des Feuerwiderstandes	558
7.4	Konstruktiver Brandschutz gemäß Landesbauordnung NRW	560
7.4.1	Gebäudeklassen (§2 LBO)	560
7.4.2	Brandverhalten von Bauteilen	560
7.4.3	Zusammenfassung - Anforderungen an tragende und trennende Bauteile	572
7.5	Brandschutzbemessung	575
7.5.1	Betonbauteile gemäß DIN EN 1992 – Eurocode 2	575
7.5.2	Mauerwerkbauweise gemäß DIN EN 1996 – Eurocode 6	580
7.5.3	Holzbauteile gemäß DIN EN 1995 – Eurocode 5	583
7.5.4	Stahlbauteile gemäß DIN EN 1993 – Eurocode 3	584
7.6	Planerischer Brandschutz gemäß Landesbauordnung NRW	588
7.6.1	Inhalt von Brandschutzkonzepten	588

7.6.2	Zugänge und Zufahrten (§5 LBO)	590
7.6.3	Erster und zweiter Rettungsweg (§33 LBO)	591
7.6.4	Treppen (§34 LBO)	593
7.6.5	Notwendige Treppenräume, Ausgänge (§35 LBO)	594
7.6.6	Notwendige Flure, offene Gänge (§§ 35-36 LBO)	597
7.6.7	Fenster, Türen, sonstige Öffnungen (§37 LBO)	600
7.6.8	Aufzüge	601
7.6.9	Planerischer Brandschutz - Sonderbauten	602
7.7	Brandschutz im Industriebau.....	604
7.7.1	Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (M IndBauRL)	604
7.7.2	DIN 18230 – Baulicher Brandschutz im Industriebau	606
7.8	Rauch- und Wärmefreihaltung	607
8	Literaturverzeichnis	
8.1	Normen und Richtlinien	609
8.2	Verordnungen und Veröffentlichungen	625
	Index.....	631