

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Autorenporträt	VIII
Teil A Wärmeschutz	1
1 Wärmetransport	1
1.1 Symbole und Formelzeichen	1
1.2 Grundgleichungen	2
1.3 Wärmetransport durch Bauteile	2
1.4 Wärmedurchlasswiderstand R , Wärmedurchgangswiderstand R_{tot} und Wärme- durchgangskoeffizient U	3
1.4.1 Bauteile aus thermisch homogenen Schichten	4
1.4.1.1 Wärmedurchlasswiderstand R	4
1.4.1.2 Wärmeübergangswiderstand R_s	5
1.4.1.3 Wärmedurchgangswiderstand R_{tot}	5
1.4.1.4 Wärmedurchgangskoeffizient U	6
2 Hygienischer Wärmeschutz	6
2.1 Festlegungen zum hygienischen Wärmeschutz gemäß MVV TB 2020/1	6
2.2 Symbole und Formelzeichen	6
2.3 Grundgleichungen	7
2.4 Wärmeübergangswiderstände R_s	8
2.5 Bestimmung der Temperaturverteilung in einem Bauteil aus thermisch homogenen Schichten	8
2.6 Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2	10
2.7 Mindestwärmeschutz von Bauteilen	10
2.8 Mindestwärmeschutz flächiger Bauteile	11
2.8.1 Anforderungen an flächige Bauteile nach DIN 4108-2	11
2.8.1.1 Anforderungen an Bauteile aus thermisch homogenen Schichten	11
2.8.1.1.1 Bauteile mit einer flächenbezogenen Masse $m' \geq 100 \text{ kg/m}^2$	11
2.8.1.1.2 Bauteile mit einer flächenbezogenen Masse $m' < 100 \text{ kg/m}^2$	13
2.8.1.2 Anforderungen an nichttransparente Bauteile aus thermisch homogenen und thermisch inhomogenen Schichten	14
2.8.1.3 Anforderungen an transparente und teiltransparente Bauteile	14
2.8.1.4 Anforderungen an Rollladenkästen	14
	IX

2.8.2	Nachweise bei flächigen Bauteilen nach DIN 4108-2.....	15
2.8.2.1	Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes R , des Wärmedurchgangswiderstandes R_{tot} und des Wärmedurchgangskoeffizienten U	16
2.8.2.2	Luftschichten in Bauteilen.....	16
2.8.2.3	Bauteile mit Abdichtungen.....	17
2.8.2.4	Oberste Geschossdecken.....	18
2.8.2.5	Rollladenkästen	18
2.8.2.6	Wärmedämmtechnische Eigenschaften von Baustoffen und Bauteilen	18
2.9	Mindestwärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken	18
2.9.1	Anforderungen nach DIN 4108-2	18
2.9.1.1	Kanten als linienförmige Wärmebrücken.....	18
2.9.1.2	Ecken als punktförmige Wärmebrücken	18
2.9.1.3	Ausragende Bauteile	18
2.9.1.4	Fenster und Türen.....	19
2.9.1.5	Rollladenkästen	19
2.9.2	Nachweise nach DIN 4108-2.....	19
2.9.2.1	Nachweisführung.....	20
2.9.2.2	Kanten	21
2.9.2.3	Rollladenkästen	21
3	Energiesparender Wärmeschutz	22
3.1	Symbole und Formelzeichen	22
3.2	Grundgleichungen	23
3.3	Wärmeübergangswiderstände R_s	24
3.4	Wärmedurchlasswiderstand R , Wärmedurchgangswiderstand R_{tot} und Wärmedurchgangskoeffizient U	25
3.4.1	Bauteile aus thermisch homogenen Schichten.....	26
3.4.2	Bauteile aus thermisch homogenen und thermisch inhomogenen Schichten.....	26
3.4.2.1	Wärmedurchgangswiderstand R_{tot}	27
3.4.2.2	Oberer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot,upper}}$	28
3.4.2.3	Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{\text{tot,lower}}$	28
3.4.2.4	Wärmedurchgangskoeffizient U	29
3.4.3	Wärmedurchlasswiderstände R von ruhenden Luftschichten und Wärmedurchgangswiderstände R_{tot} von Bauteilen mit schwach oder stark belüfteten Luftschichten	30
3.4.3.1	Ruhende Luftschichten.....	32
3.4.3.2	Schwach belüftete Luftschichten.....	33
3.4.3.3	Stark belüftete Luftschichten.....	33
3.4.3.4	Wärmedurchlasswiderstand unbeheizter Räume	34

3.4.3.4.1	Dachräume.....	34
3.4.3.4.2	Andere Räume.....	35
3.4.4	Wärmedurchgangskoeffizient U von Bauteilen mit keilförmigen Schichten.....	36
3.4.4.1	Bestimmung des U -Wertes von Einzelelementen gebräuchlicher Geometrien.....	37
3.4.4.2	Berechnung des U -Wertes von Bauteilen mit keilförmigen Schichten	40
3.4.5	Korrekturen von Wärmedurchgangskoeffizienten U	41
3.4.5.1	Korrekturen für Fehlstellen in Dämmschichten	41
3.4.5.2	Korrekturen für mechanische Befestigungselemente	43
3.4.5.3	Korrekturen bei Umkehrdächern	45
3.4.6	Rollladenkästen.....	46
3.5	Anforderungen und Nachweise zum energiesparenden Wärmeschutz von Gebäuden nach dem Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (GEG 2023)	48
3.5.1	Zielsetzung und Inhalte des GEG 2023	48
3.5.2	Anforderungen an neu zu errichtende Wohngebäude	53
3.5.3	Neu zu errichtende Nichtwohngebäude	67
3.5.4	Erstmaliger Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen.....	76
3.5.5	Emissionsfaktoren und Effizienzklassen	80
4	Sommerlicher Wärmeschutz	82
4.1	Festlegungen zum sommerlichen Wärmeschutz gemäß MVV TB 2020/1.....	82
4.2	Symbole und Formelzeichen	82
4.3	Grundgleichungen	83
4.4	Einflüsse auf den sommerlichen Wärmeschutz	84
4.5	Verpflichtung zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2	85
4.6	Verzicht auf einen Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2.....	85
4.7	Sommerklimaregionen.....	86
4.8	Verfahren zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2.....	88
4.8	Verfahren der Sonneneintragskennwerte	88
4.8.1	Anforderungen.....	88
4.8.2	Nachweise.....	88
4.8.3	Anwendungsfälle, bei denen das Verfahren der Sonneneintragskennwerte nicht angewendet werden kann	95
4.9	Thermische Gebäudesimulation	95
4.9.1	Anforderungen.....	95
4.9.2	Nachweise.....	96

Teil B Klimabedingter Feuchteschutz	100
1 Vermeidung kritischer Feuchte auf Bauteiloberflächen	100
1.1 Festlegungen zum klimabedingten Feuchteschutz gemäß MVV TB 2020/1	100
1.2 Symbole und Formelzeichen	101
1.3 Grundgleichungen	102
1.4 Wärmeübergangswiderstände R_s	102
1.5 Bestimmung kritischer Temperaturen	102
1.6 Hygienischer Wärmeschutz	103
1.7 Tauwasserausfall auf Bauteiloberflächen.....	104
1.8 Korrosion	104
1.9 Wasserdampfkonzentration c_{sat} und Taupunkttemperatur θ_{sat}	104
2 Tauwasserausfall im Inneren von Bauteilen	106
2.1 Festlegungen zum Tauwasserausfall im Inneren von Bauteilen gemäß MVV TB 2020/1	106
2.2 Symbole und Formelzeichen	107
2.3 Grundgleichungen	108
2.4 Wärmeübergangswiderstände R_s	108
2.5 Anwendungsbereich.....	109
2.6 Verfahren zur Bewertung von Konstruktionen in Bezug auf den Tauwasserausfall im Bauteil	109
2.7 Bauteile, für die kein Nachweis des Tauwasserausfalls im Inneren erforderlich ist (nachweisfreie Konstruktionen).....	110
2.8 Bilanzierungsverfahren nach DIN 4108-3.....	122
2.9 Bewertung von Bauteilen nach dem Perioden-Bilanzverfahren	122
2.9.1 Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d	122
2.9.2 Anforderungen beim Perioden-Bilanzverfahren.....	123
2.9.3 Nachweise beim Perioden-Bilanzverfahren	125
3 Luftdichtheit von Bauteilen	135
4 Schlagregenschutz von Wänden	136
4.1 Beanspruchungsgruppen	136
4.2 Putze und Beschichtungen	137
4.3 Wandbauteile.....	138
4.4 Fugen und Anschlüsse	139
4.5 Fenster, Türen und Vorhangfassaden	140

Teil C Baustoffkennwerte und <i>U</i>-Werte von Bauteilen	141
1 Symbole und Formelzeichen	141
2 Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte von Baustoffen	142
3 Wärmetechnische Angaben von Bauteilen	178
3.1 Wärmedurchlasswiderstände von Decken.....	178
3.2 Bemessungswerte für Fenster, Fenstertüren und Dachflächenfenster	180
3.3 Bemessungswerte von Verglasungen	184
3.4 Bemessungswerte von Türen und Toren.....	185
3.5 Luftdurchlässigkeit in Abhängigkeit von den Konstruktionsmerkmalen von Fenstern, Fenstertüren und Außentüren	186
Teil D Bauakustik	187
1 Festlegungen zum Schallschutz im Hochbau gemäß MVV TB 2020/1	187
2 Symbole und Formelzeichen	189
3 Grundgleichungen	191
4 Grundlagen des Schalls.....	192
5 Schallschutz im Bauwesen	193
6 Möglichkeiten für Anforderungen und Nachweise.....	194
7 Anforderungen	194
7.1 Mindestanforderungen an den Schallschutz.....	196
7.2 Erhöhte Anforderungen an den Schallschutz.....	206
7.2.1 Luft- und Trittschalldämmung in Gebäuden mit Wohn- und Arbeitsbereichen sowie in Nichtwohngebäuden.....	207
7.2.2 Erhöhter Schallschutz bei der Luftschalldämmung von Außenbauteilen	211
7.2.3 Erhöhter Schallschutz vor Geräuschen aus gebäudetechnischen Anlagen.....	211
7.2.4 Erhöhte Anforderungen an den Schallschutz vor Geräuschen aus raumluftechnischen Anlagen im eigenen Wohnbereich.....	212

8	Nachweise	213
9	Luftschalldämmung in Gebäuden.....	214
9.1	Nachweis der Luftschalldämmung in Gebäuden	214
9.2	Berechnung der Luftschalldämmung in Gebäuden	214
9.2.1	Berechnung der Luftschalldämmung in Gebäuden mit $S_g \geq 10 \text{ m}^2$	214
9.2.2	Berechnung der Luftschalldämmung in Gebäuden mit $S_g < 10 \text{ m}^2$	217
9.3	Berechnung der Luftschalldämmung in Gebäuden mit Massivbauweise.....	218
9.3.1	Direktschalldämm-Maß $R_{\text{Dd},w}$ von Bauteilen in Gebäuden bei Massivbauweise	219
9.3.2	Flankenschalldämm-Maß $R_{\text{fj},w}$ von Bauteilen in Gebäuden bei Massivbauweise	220
9.3.3	Bewertetes Schalldämm-Maß R_w homogener einschaliger Bauteile	223
9.3.3.1	Grenzfrequenz f_g einschaliger homogener Bauteile.....	223
9.3.3.2	Bestimmung der flächenbezogenen Masse	224
9.3.3.3	Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Wänden als einschaliges homogenes Bauteil.....	226
9.3.3.4	Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Decken als einschaliges homogenes Bauteil.....	230
9.3.3.5	Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Dächern als homogenes einschaliges Bauteil.....	233
9.3.3.6	Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Wänden aus Verbundmaterialien als homogenes einschaliges Bauteil	233
9.3.3.7	Bewertetes Schalldämm-Maß $R_{w,KE}$ von einschaligen entkoppelten Bauteilen	233
9.3.4	Gesamtes bewertetes Schalldämm-Maß ΔR_w durch zusätzlich angebrachte Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen.....	236
9.3.4.1	Resonanzfrequenz f_0 von homogenen Bauteilen mit einer zusätzlich angebrachten Vorsatzkonstruktion.....	237
9.3.4.2	Bewertete Verbesserung des Luftschalldämm-Maßes ΔR_w durch zusätzlich angebrachte Vorsatzkonstruktionen in Abhängigkeit von der Resonanzfrequenz f_0	238
9.3.4.3	Vorgehensweise zur Berechnung der bewerteten Verbesserung des Luftschalldämm-Maßes ΔR_w bei unterschiedlichen, zusätzlich angebrachten Vorsatzkonstruktionen	239
9.3.4.4	Gesamte bewertete Verbesserung des Schalldämm-Maßes $\Delta R_{\text{Dd},w}$ durch zusätzlich angebrachte Vorsatzkonstruktionen bei direkter Übertragung.....	240
9.3.4.5	Gesamte bewertete Verbesserung des Schalldämm-Maßes $\Delta R_{\text{fj},w}$ durch zusätzlich angebrachte Vorsatzkonstruktionen bei Flankenübertragung.....	241
9.3.5	Bestimmung der Stoßstellendämm-Maße K_{ij}	241
9.3.5.1	Stoßstellendämmung mit starrer biegesteifer Verbindung massiver homogener Bauteile untereinander.....	244

9.3.5.2	Stoßstellendämmung mit starrer biegesteifer Verbindung der massiven homogenen Bauteile untereinander bei Bauteilen unterschiedlicher flächenbezogener Massen.....	245
9.3.5.3	Stoßstellendämmung mit starrer biegesteifer Verbindung für Mauerwerk aus Lochsteinen	248
9.3.5.4	Entkoppelung von Stoßstellen zwischen massiven Bauteilen durch elastische Zwischenschichten	249
9.3.5.5	Stoßstellen massiver Bauteile mit vollständiger Entkoppelung	252
9.3.5.6	Stoßstellen zwischen massiven und leichten Bauteilen	254
9.4	Berechnung der Luftschalldämmung von Gebäuden mit zweischaliger massiver Haustrennwand.....	254
9.4.1	Vereinfachtes Nachweisverfahren	255
9.5	Berechnung der Luftschalldämmung in massiven Gebäuden mit Leicht- und Trockenbau	266
9.5.1	Direktschalldämmung von Bauteilen des Leicht- und Trockenbaus	267
9.5.1.1	Metallständerwände mit Gipsplatten.....	267
9.5.1.2	Holzbalkendecken	268
9.5.2	Flankenschalldämmung von Bauteilen des Leicht- und Trockenbaus.....	280
9.5.2.1	Metallständerwände an massives Trennbauteil.....	280
9.5.2.2	Metallständerwände an Metallständerwände.....	280
9.5.2.3	Metallständerwände an Unterdecken mit geschlossener Fläche ohne Abschottung im Deckenhohlraum	282
9.5.2.4	Metallständerwände an Unterdecken mit gegliederter Fläche ohne Abschottung im Deckenhohlraum	284
9.5.2.5	Metallständerwände an Unterdecken mit Abschottung im Deckenhohlraum durch Plattenschott oder durchlaufende Trennwand	286
9.5.2.6	Metallständerwände an Unterdecken mit Abschottung im Deckenhohlraum durch Absorberschott	289
9.5.2.7	Schwimmender Estrich auf Massivdecken.....	290
9.5.2.8	Durchlaufende Vorsatzschalen vor Massivwänden.....	291
9.5.2.9	Holzbalkendecken – horizontale Übertragung bei Luftschallanregung.....	293
9.6	Luftschalldämmung im Skelettbau und bei Mischbauweisen.....	295
10	Trittschalldämmung in Gebäuden	297
10.1	Nachweis der Trittschalldämmung in Gebäuden	297
10.2	Berechnung der Trittschalldämmung in Gebäuden	297
10.3	Berechnung der Trittschalldämmung in Gebäuden mit Massivbauweise.....	298
10.3.1	Massivdecken in Gebäuden in Massivbauweise und einer Trittschallanregung im Senderaum (SR) in den direkt darunterliegenden Empfangsraum (ER).....	298

10.3.2 Massivdecken in Gebäuden in Massivbauweise und einer Trittschallanregung im Senderaum (SR) in den nicht direkt darunterliegenden Empfangsraum (ER) 306

10.3.3 Massive Treppen an massiven ein- oder zweischaligen Treppenraumwänden 308

10.4 Berechnung der Trittschalldämmung in Gebäuden des Holz-, Leicht- und Trockenbaus 310

10.4.1 Bewerteter Norm-Trittschallpegel leichter Decken bei übereinanderliegenden Räumen 310

10.4.2 Bewerteter Norm-Trittschallpegel leichter Decken bei Räumen, die nicht direkt untereinander liegen 325

11 Schallschutz gegen Außenlärm 325

11.1 Nachweis der Luftschalldämmung von Außenbauteilen 325

11.2 Berechnung der Luftschalldämmung von Außenbauteilen 326

11.3 Bewertetes Schalldämm-Maß $R_{e,j,w}$ von Bauteilen bei Gebäuden in Massivbauweise.. 328

11.4 Bewertetes Schalldämm-Maß $R_{i,w}$ von Fassadenbauteilen bei Gebäuden in Massivbauweise 329

11.5 Resultierendes Schalldämm-Maß $R_{t,w}$ von Fenster- oder Türelementen in einer Einbausituation 331

11.5.1 Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Fenstern und Fensterelementen 333

11.6 Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Dächern als massives homogenes einschaliges Bauteil..... 339

11.7 Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Dächern als Holzbauteil 340

11.7.1 Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Steildächern als Holzbauteil 340

11.7.2 Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Flachdächern als Holzbauteil..... 349

11.8 Berücksichtigung und Bestimmung der bewerteten Flankendämm-Maße $R_{f,j,w}$ 350

Teil E Raumakustik 351

1 Symbole und Formelzeichen 351

2 Grundgleichungen 351

3 Raumakustische Ausgestaltung von Räumen 352

3.1 Raumakustische Anforderungen an Räume der Gruppe A 352

3.2 Raumakustische Empfehlungen für Räume der Gruppe B 355

3.3 Nachweis der raumakustischen Ausgestaltung von Räumen 356

3.4 Planerische Grundsätze bei Räumen mit akustischen Anforderungen 358

3.5 Schallabsorptionsgrade und Schallabsorptionsflächen..... 360

Anhang – Nachweis zum Schallschutz im Hochbau nach Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989-11	368
1 Festlegungen zum Schallschutz im Hochbau gemäß MVV TB 2020/1	368
2 Symbole und Formelzeichen	368
3 Grundgleichungen	369
4 Nachweise der Luft- und Trittschalldämmung in Gebäuden gemäß Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989-11	369
4.1 Luftschalldämmung.....	370
4.1.1 Einschalige biegesteife Bauteile.....	370
4.1.2 Wände aus zwei biegesteifen Schalen.....	372
4.1.3 Wände aus einer biegesteifen Schale mit biegeweicher Vorsatzschale.....	373
4.1.4 Zweischalige Wände aus zwei biegeweichen Schalen.....	375
4.1.5 Decken	376
4.1.6 Einfluss flankierender Bauteile, deren mittlere flächenbezogene Masse $m'_{L,Mittel}$ von ca. 300 kg/m ² abweicht.....	377
4.1.7 Resultierendes Schalldämm-Maß $R'_{w,R,res}$ eines aus Elementen verschiedener Schall- dämmung bestehenden Bauteils.....	380
4.2 Trittschallschutz	381
Stichwortverzeichnis	385