

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort .....</b>	V
<b>Autorenporträt .....</b>	VIII
<b>Teil A Wärmeschutz.....</b>	<b>1</b>
<b>1 Wärmevertrag.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Symbole und Formelzeichen .....</b>	1
<b>1.2 Grundgleichungen .....</b>	2
<b>1.3 Wärmevertrag durch Bauteile .....</b>	2
<b>1.4 Wärmedurchlasswiderstand <math>R</math>, Wärmedurchgangswiderstand <math>R_{\text{tot}}</math> und Wärmedurchgangskoeffizient <math>U</math> .....</b>	3
<b>1.4.1 Bauteile aus thermisch homogenen Schichten .....</b>	4
<b>1.4.1.1 Wärmedurchlasswiderstand <math>R</math> .....</b>	4
<b>1.4.1.2 Wärmeübergangswiderstand <math>R_s</math> .....</b>	5
<b>1.4.1.3 Wärmedurchgangswiderstand <math>R_{\text{tot}}</math> .....</b>	5
<b>1.4.1.4 Wärmedurchgangskoeffizient <math>U</math> .....</b>	6
<b>2 Hygienischer Wärmeschutz.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Festlegungen zum hygienischen Wärmeschutz gemäß MVV TB 2020/1 .....</b>	6
<b>2.2 Symbole und Formelzeichen .....</b>	6
<b>2.3 Grundgleichungen .....</b>	7
<b>2.4 Wärmeübergangswiderstände <math>R_s</math> .....</b>	8
<b>2.5 Bestimmung der Temperaturverteilung in einem Bauteil aus thermisch homogenen Schichten .....</b>	8
<b>2.6 Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 .....</b>	10
<b>2.7 Mindestwärmeschutz von Bauteilen .....</b>	10
<b>2.8 Mindestwärmeschutz flächiger Bauteile .....</b>	11
<b>2.8.1 Anforderungen an flächige Bauteile nach DIN 4108-2 .....</b>	11
<b>2.8.1.1 Anforderungen an Bauteile aus thermisch homogenen Schichten .....</b>	11
<b>2.8.1.1.1 Bauteile mit einer flächenbezogenen Masse <math>m' \geq 100 \text{ kg/m}^2</math> .....</b>	11
<b>2.8.1.1.2 Bauteile mit einer flächenbezogenen Masse <math>m' &lt; 100 \text{ kg/m}^2</math> .....</b>	13
<b>2.8.1.2 Anforderungen an nichttransparente Bauteile aus thermisch homogenen und thermisch inhomogenen Schichten .....</b>	14
<b>2.8.1.3 Anforderungen an transparente und teiltransparente Bauteile .....</b>	14
<b>2.8.1.4 Anforderungen an Rolladenkästen .....</b>	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	<b>Mindestwärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken</b> .....	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	Auskragende 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
<b>3</b>	<b>Energiesparender Wärmeschutz</b> .....	22
3.1	<b>Symbole und Formelzeichen</b> .....	22
3.2	<b>Grundgleichungen</b> .....	23
3.3	<b>Wärmeübergangswiderstände <math>R_s</math></b> .....	24
3.4	<b>Wärmedurchlasswiderstand <math>R</math>, Wärmedurchgangswiderstand <math>R_{tot}</math> und Wärmedurchgangskoeffizient <math>U</math></b> .....	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 $R_{tot,upper}$ .....	28
3.4.2.3	Unterer Grenzwert des Wärmedurchgangswiderstandes $R_{tot,lower}$ .....	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 Einzelementen 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	<b>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).....</b>	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
<b>4</b>	<b>Sommerlicher Wärmeschutz .....</b>	<b>82</b>
4.1	<b>Festlegungen zum sommerlichen Wärmeschutz gemäß MVV TB 2020/1.....</b>	<b>82</b>
4.2	<b>Symbole und Formelzeichen .....</b>	<b>82</b>
4.3	<b>Grundgleichungen .....</b>	<b>83</b>
4.4	<b>Einflüsse auf den sommerlichen Wärmeschutz.....</b>	<b>84</b>
4.5	<b>Verpflichtung zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 .....</b>	<b>85</b>
4.6	<b>Verzicht auf einen Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2.....</b>	<b>85</b>
4.7	<b>Sommerklimaregionen.....</b>	<b>86</b>
4.8	<b>Verfahren zum Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2 .....</b>	<b>88</b>
4.8	<b>Verfahren der Sonneneintragskennwerte .....</b>	<b>88</b>
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	<b>Thermische Gebäudesimulation .....</b>	<b>95</b>
4.9.1	Anforderungen.....	95
4.9.2	Nachweise.....	96

<b>Teil B Klimabedingter Feuchteschutz</b>	100
<b>1 Vermeidung kritischer Feuchte auf Bauteiloberflächen</b>	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 $c_{\text{sat}}$ und Taupunkttemperatur $\theta_{\text{sat}}$	104
<b>2 Tauwasserausfall im Inneren von Bauteilen</b>	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
<b>3 Luftdichtheit von Bauteilen</b>	135
<b>4 Schlagregenschutz von Wänden</b>	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 Vorhangsfassaden	140

<b>Teil C Baustoffkennwerte und U-Werte von Bauteilen .....</b>	141
<b>1 Symbole und Formelzeichen .....</b>	141
<b>2 Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte von Baustoffen .....</b>	142
<b>3 Wärmetechnische Angaben von Bauteilen .....</b>	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
<b>Teil D Bauakustik .....</b>	187
<b>1 Festlegungen zum Schallschutz im Hochbau gemäß MVV TB 2020/1 .....</b>	187
<b>2 Symbole und Formelzeichen .....</b>	189
<b>3 Grundgleichungen .....</b>	191
<b>4 Grundlagen des Schalls .....</b>	192
<b>5 Schallschutz im Bauwesen .....</b>	193
<b>6 Möglichkeiten für Anforderungen und Nachweise .....</b>	194
<b>7 Anforderungen .....</b>	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

<b>8</b>	<b>Nachweise .....</b>	213
<b>9</b>	<b>Luftschalldämmung in Gebäuden.....</b>	214
<b>9.1</b>	<b>Nachweis der Luftschalldämmung in Gebäuden .....</b>	214
<b>9.2</b>	<b>Berechnung der Luftschalldämmung in Gebäuden .....</b>	214
9.2.1	Berechnung der Luftschalldämmung in Gebäuden mit $S_S \geq 10 \text{ m}^2$ .....	214
9.2.2	Berechnung der Luftschalldämmung in Gebäuden mit $S_S < 10 \text{ m}^2$ .....	217
<b>9.3</b>	<b>Berechnung der Luftschalldämmung in Gebäuden mit Massivbauweise.....</b>	218
9.3.1	Direktschalldämm-Maß $R_{Dd,w}$ von Bauteilen in Gebäuden bei Massivbauweise .....	219
9.3.2	Flankenschalldämm-Maß $R_{ij,w}$ 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 $\Delta R_w$ 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 $\Delta R_w$ 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 $\Delta R_w$ bei unterschiedlichen, zusätzlich angebrachten Vorsatzkonstruktionen .....	239
9.3.4.4	Gesamte bewertete Verbesserung des Schalldämm-Maßes $\Delta R_{Dd,w}$ durch zusätzlich angebrachte Vorsatzkonstruktionen bei direkter Übertragung.....	240
9.3.4.5	Gesamte bewertete Verbesserung des Schalldämm-Maßes $\Delta R_{ij,w}$ 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
<b>9.4</b>	<b>Berechnung der Luftschalldämmung von Gebäuden mit zweischaliger massiver Haustrennwand.....</b>	254
9.4.1	Vereinfachtes Nachweisverfahren .....	255
<b>9.5</b>	<b>Berechnung der Luftschalldämmung in massiven Gebäuden mit Leicht- und Trockenbau .....</b>	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 Plattschott 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
<b>9.6</b>	<b>Luftschalldämmung im Skelettbau und bei Mischbauweisen.....</b>	295
<b>10</b>	<b>Trittschalldämmung in Gebäuden .....</b>	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
<b>10.4 Berechnung der Trittschalldämmung in Gebäuden des Holz-, Leicht- und Trockenbaus</b>	<b>310</b>
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
<b>11 Schallschutz gegen Außenlärm</b> .....	<b>325</b>
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 $R_{ij,w}$ .....	350
<b>Teil E Raumakustik</b> .....	<b>351</b>
<b>1 Symbole und Formelzeichen</b> .....	<b>351</b>
<b>2 Grundgleichungen</b> .....	<b>351</b>
<b>3 Raumakustische Ausgestaltung von Räumen</b> .....	<b>352</b>
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

---

<b>Anhang – Nachweis zum Schallschutz im Hochbau nach Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989-11 .....</b>	<b>368</b>
<b>1 Festlegungen zum Schallschutz im Hochbau gemäß MVV TB 2020/1 .....</b>	<b>368</b>
<b>2 Symbole und Formelzeichen .....</b>	<b>368</b>
<b>3 Grundgleichungen .....</b>	<b>369</b>
<b>4 Nachweise der Luft- und Trittschalldämmung in Gebäuden gemäß Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989-11 .....</b>	<b>369</b>
<b>4.1 Luftschalldämmung .....</b>	<b>370</b>
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 <sup>2</sup> abweicht .....	377
4.1.7 Resultierendes Schalldämm-Maß $R'_{w,R,res}$ eines aus Elementen verschiedener Schall- dämmung bestehenden Bauteils .....	380
<b>4.2 Trittschallschutz .....</b>	<b>381</b>
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>385</b>