

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | Physikalische Größen, Formelzeichen, Einheiten | 1 |
| 1.1 | Formelzeichen | 1 |
| 1.2 | Einheiten-Umrechnungstabellen | 6 |
| 1.2.1 | Länge | 6 |
| 1.2.2 | Fläche | 6 |
| 1.2.3 | Volumen | 6 |
| 1.2.4 | Masse | 7 |
| 1.2.5 | Zeit | 7 |
| 1.2.6 | Kraft | 7 |
| 1.2.7 | Spannung | 7 |
| 1.2.8 | Druck | 8 |
| 1.2.9 | Arbeit | 8 |
| 1.2.10 | Leistung | 8 |
| 1.2.11 | Wärmeleitfähigkeit | 9 |
| 1.2.12 | Spezifische Wärmekapazität | 9 |
| 1.2.13 | Wärmedurchgangskoeffizient | 9 |
| 1.2.14 | Wärmestromdichte | 9 |
| 1.3 | Griechisches Alphabet | 10 |
| 1.4 | Vielfache und Teile der SI-Einheiten | 11 |
| 2 | Berechnungshilfen | 13 |
| 2.1 | Mathematische Grundlagen | 13 |
| 2.1.1 | Geometrie | 13 |
| | <i>Flächenberechnung</i> | 13 |
| | <i>Volumenberechnung</i> | 15 |
| 2.1.2 | Rechenregeln | 19 |
| | <i>Potenzen</i> | 19 |
| | <i>Wurzeln</i> | 19 |
| | <i>Logarithmen</i> | 20 |
| | <i>Quadratische Gleichung</i> | 20 |
| | <i>Trigonometrie</i> | 20 |
| 2.2 | Bauschraffuren | 21 |
| 2.3 | Materialtechnische Kennwerte | 23 |

| | | |
|------------|---|----|
| 2.3.1 | Putze, Mörtel, Asphalt und Estriche | 23 |
| 2.3.2 | Beton | 24 |
| 2.3.3 | Bauplatten | 26 |
| 2.3.4 | Mauerwerk aus Klinkern und Ziegeln | 27 |
| 2.3.5 | Mauerwerk aus Kalksandsteinen, Hüttensteinen und Porenbeton- Plansteinen | 28 |
| 2.3.6 | Mauerwerk aus Betonsteinen | 29 |
| 2.3.7 | Holz und Holzwerkstoffe | 30 |
| 2.3.8 | Wärmedämmstoffe | 32 |
| 2.3.9 | Lose Schüttungen | 35 |
| 2.3.10 | Fußbodenbeläge, Abdichtstoffe, Dachbahnen, Folien | 35 |
| 2.3.11 | Glas, Natursteine | 37 |
| 2.3.12 | Lehmbaustoffe | 37 |
| 2.3.13 | Metalle | 38 |
| 2.3.14 | Wasser, Eis, Schnee | 38 |
| 2.3.15 | Gase | 39 |
| 2.3.16 | Böden | 39 |
| 2.3.17 | Gummi, massive Kunststoffe | 40 |
| 3 | Physikalische Grundlagen der Schallausbreitung | 41 |
| 3.1 | Schallschwingungen | 41 |
| 3.1.1 | Prinzipdarstellung | 41 |
| 3.1.2 | effektiver Schalldruck | 42 |
| 3.1.3 | Frequenz | 42 |
| | <i>Frequenzspektrum</i> | 44 |
| 3.1.4 | Wellenlänge | 46 |
| 3.2 | Schallgeschwindigkeiten | 47 |
| 3.3 | Definition unterschiedlicher Schallpegel | 47 |
| 3.3.1 | Allgemeines | 47 |
| 3.3.2 | Schallschnelle-Pegel | 48 |
| 3.3.3 | Schallwellenwiderstand | 48 |
| 3.3.4 | Schallintensität und Schallintensitäts-Pegel | 48 |
| 3.3.5 | Schall-Leistung und Schall-Leistungspegel | 49 |
| 3.3.6 | Schalldruckpegel | 51 |
| 3.4 | Rechnen mit Schallpegeln | 52 |
| 3.4.1 | Addition und Subtraktion von Schallpegeln | 52 |
| 3.4.2 | Mittelung zeitlich veränderlicher Schallpegel | 53 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.4.3 | Mittelung örtlicher veränderlicher Schallpegel | 54 |
| 3.5 | Lautstärkeempfinden und Frequenzbewertung | 54 |
| 3.6 | Schallexposition und Schutzmaßnahmen | 57 |
| 3.6.1 | Sprachverständigung | 57 |
| 3.6.2 | Zulässige Schallexposition | 57 |
| 4 | Grundlagen des Luftschallschutzes | 61 |
| 4.1 | Kennzeichnende Größen | 61 |
| 4.1.1 | Begriffsbestimmungen | 61 |
| 4.1.2 | Schalltransmission | 63 |
| 4.1.3 | Schalldämm-Maß | 64 |
| 4.1.4 | Schalldruckpegeldifferenz | 64 |
| 4.1.5 | Norm-Schallpegeldifferenz | 65 |
| 4.1.6 | Standard-Schallpegeldifferenz | 65 |
| 4.1.7 | Luftschalldämm-Maß | 66 |
| 4.1.8 | Schalldämmung eines Bauelements | 68 |
| 4.1.9 | Schachtpegeldifferenz | 68 |
| 4.1.10 | Schalldämmung zusammengesetzter Flächen | 69 |
| 4.1.11 | Bewertung des Schalldämm-Maßes | 69 |
| 4.1.12 | Spektrum-Anpassung | 71 |
| 4.1.13 | Flanken- und Nebenwegsübertragung | 75 |
| 4.1.14 | Norm-Flankenpegeldifferenz | 76 |
| 4.1.15 | Schalldämm-Maß mit Berücksichtigung der Flankenübertragung | 76 |
| 4.2 | Einschalige Bauteile | 77 |
| 4.2.1 | Schwingungssystem | 77 |
| 4.2.2 | BERGERsches Massegesetz | 78 |
| 4.2.3 | Koinzidenzfrequenz | 79 |
| 4.2.4 | Koinzidenzgrenzfrequenz | 81 |
| 4.2.5 | Eigenfrequenz | 83 |
| 4.3 | Mehrschalige Bauteile | 83 |
| 4.3.1 | Schwingungssystem | 83 |
| 4.3.2 | Resonanzfrequenz | 85 |
| 4.3.3 | Stehende Wellen | 86 |
| 5 | Anforderungen und Nachweis Luftschallschutz (Teil A: Emissionsquelle außerhalb des Gebäudes) | 91 |
| 5.1 | Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen | 91 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 5.1.1 | Allgemeines..... | 91 |
| 5.1.2 | Anforderungen gemäß DIN 4109 bzw. Schallschutzstufe I | 92 |
| 5.1.3 | Anforderungen gemäß DIN 4109 bzw. Schallschutzstufe II | 93 |
| 5.1.4 | Anforderungen gemäß DIN 4109 bzw. Schallschutzstufe III | 93 |
| 5.2 | Nachweisverfahren nach DIN 4109 Bbl. 1 | 94 |
| 5.2.1 | Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels | 94 |
| 5.2.2 | Ermittlung des resultierenden bewerteten Luftschalldämm-Maßes | 97 |
| 5.2.3 | Nachweisführung | 98 |
| 5.3 | Nachweisverfahren nach DIN EN 12534 | 98 |
| 5.3.1 | Allgemeines | 98 |
| 5.3.2 | Nachweis des bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes | 98 |
| 5.3.3 | Ansatz zur Ermittlung des bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes | 98 |
| 5.3.4 | Ermittlung des Schall-Leistungsverhältnisse | 99 |
| | <i>Bauteile allgemein</i> | 99 |
| | <i>Kleine Bauteile</i> | 100 |
| | <i>Flankierende Bauteile</i> | 102 |
| 5.3.5 | Messtechnische Größen zur Beschreibung der Schalldämmung einer Fassade | 102 |
| | <i>Bauschalldämm-Maß R'_{45°</i> | 102 |
| | <i>Bauschalldämm-Maß $R'_{tr,s}$</i> | 102 |
| 5.3.6 | Ermittlung des mittleren Innenschalldruckpegels im Empfangsraum | 103 |
| 6 | Anforderungen und Nachweis Luftschallschutz (Teil B: Emissionsquelle innerhalb des Gebäudes)..... | 109 |
| 6.1 | Luftschalldämmung zum Schutz von Aufenthaltsräumen gegenüber Schallübertragung | 109 |
| 6.1.1 | Vereinbarung des gewünschten Anforderungsniveaus | 109 |
| 6.1.2 | Anforderungen nach DIN 4109 (11.1989) | 109 |
| 6.1.3 | Anforderungen nach DIN 4109-1 -Entwurf- (10.2006) | 115 |
| | <i>Raumgruppen für den Luftschallschutz</i> | 116 |
| | <i>Anforderungswerte für Gebäude mit Wohn- und Arbeitsbereichen</i> | 119 |
| 6.1.4 | Anforderungen nach VDI 4100..... | 122 |
| 6.1.5 | Empfehlungen bei Büros nach VDI 2569 | 123 |
| 6.1.6 | Anforderungen bei Gaststätten und Kegelbahnen nach VDI 3726 | 124 |
| 6.2 | Nachweisverfahren nach DIN 4109 Bbl. 1 für Gebäude in Massivbauweise | 125 |
| 6.2.1 | Flankierende Bauteile | 125 |
| | <i>Vorausgesetzte Randbedingungen</i> | 125 |

| | | |
|------------|---|-----|
| | <i>Korrekturwerte $K_{L,1}$ bei biegesteifen trennenden Bauteilen</i> | 125 |
| | <i>Korrekturwerte $K_{L,1}$ bei biegeweichen trennenden Bauteilen</i> | 126 |
| | <i>Korrekturwert $K_{L,2}$ bei Vorsatzschalen und biegeweichen flankierenden Bauteilen</i> | 127 |
| 6.2.2 | Nachweisführung | 127 |
| 6.3 | Nachweisverfahren nach DIN 4109 Bbl. 1 für Gebäude in Skelett- oder Holzbauweise | 128 |
| 6.3.1 | Einführung | 128 |
| 6.3.2 | Ermittlung der Rechenwerte - Trennendes Bauteil | 129 |
| 6.3.3 | Ermittlung der Rechenwerte - Flankierende Bauteile | 129 |
| 6.3.4 | Vereinfachte Nachweisführung | 130 |
| 6.3.5 | Genaue Nachweisführung | 130 |
| 6.4 | Vereinfachter Nachweis der Luftschalldämmung von Bauteilen zwischen „besonders lauten“ und schutzbedürftigen Räumen | 131 |
| 6.5 | Nachweisverfahren nach DIN EN 12354-1 | 132 |
| 6.5.1 | Allgemeines | 132 |
| 6.5.2 | Ansatz zur Ermittlung des bewerteten Bauschalldämm-Maßes | 133 |
| 6.5.3 | Ansatz zur Ermittlung des bewerteten Schalldämm-Maßes für die Direktübertragung | 135 |
| 6.5.4 | Ansatz zur Ermittlung der bewerteten Flankendämm-Maße | 136 |
| 6.5.5 | Zusammenstellung zentraler Eingangswerte | 138 |
| | <i>Bewertetes Schalldämm-Maß des trennenden Bauteils</i> | 138 |
| | <i>Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes eines trennenden Bauteils durch zusätzliche Vorsatzschalen</i> | 139 |
| | <i>bewertete Schalldämm-Maße der flankierenden Bauteile</i> | 141 |
| | <i>Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes eines flankierenden Bauteils durch zusätzliche Vorsatzschalen</i> | 142 |
| | <i>Rechnerische Ermittlung der Verbesserung des bewerteten Schalldämm-Maßes von trennenden und flankierenden Bauteilen durch zusätzliche Vorsatzschalen</i> | 143 |
| 6.5.6 | Stoßstellendämm-Maße | 146 |
| 7 | Luftschallschutz Teil C (Emissionen aus dem Gebäude ins Freie) | 151 |
| 7.1 | Nachweisverfahren nach DIN EN 12354-4 | 151 |
| 7.1.1 | Allgemeines | 151 |
| 7.1.2 | Schalldruckpegel am Immissionsort | 152 |
| 7.1.3 | Segmentierung der Gebäudehülle | 153 |
| 7.1.4 | Schall-Leistungspegel der einzelnen Segmente | 155 |
| 7.2 | Gaststätten und Kegelbahnen nach VDI 3726 | 157 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 8 | Kennwerte für den Luftschallschutz | 159 |
| 8.1 | Bewertetes Luftschalldämm-Maß massiver Bauteile | 159 |
| 8.1.1 | Rechenwerte der Rohdichten nach DIN 4109 Bbl. 1 | 159 |
| 8.1.2 | Einschalige, biegesteife Wand | 160 |
| 8.1.3 | Einschalige, biegesteife Wand mit biegeweicher Vorsatzschale | 163 |
| 8.1.4 | Außenwände mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS) | 168 |
| 8.1.5 | Massive zweischalige Haustrennwände | 171 |
| | <i>Schallbrücken in Haustrennwandfugen</i> | 173 |
| 8.1.6 | Mehrschalige massive Wände | 176 |
| 8.1.7 | Massive Trenndecken | 178 |
| 8.2 | Flankenschalldämm-Maß massiver Bauteile | 181 |
| 8.2.1 | Einschalige massive flankierende Bauteile von Trennwänden | 181 |
| 8.2.2 | Massivdecken mit Doppel- oder Hohlraumböden als flankierende Bauteile unter Trennwänden | 181 |
| | <i>Konstruktion Doppelböden</i> | 182 |
| | <i>Konstruktion Hohlraumböden</i> | 183 |
| | <i>Marktübliche Konstruktionen</i> | 184 |
| 8.2.3 | Massivdecken mit Unterdecken als flankierende Bauteile über Trennwänden | 186 |
| 8.2.4 | Massivdecken mit schwimmendem Estrich als flankierende Bauteile unter Trennwänden | 191 |
| 8.2.5 | Massive biegesteife Wände mit biegeweicher Vorsatzschale | 192 |
| 8.3 | Bewertetes Luftschalldämm-Maß von Bauteilen in Holzbauweise | 194 |
| 8.3.1 | Außen- und Gebäudetrennwände | 194 |
| 8.3.2 | Dächer | 215 |
| | <i>Flachdächer</i> | 215 |
| | <i>Geneigte Dächer</i> | 216 |
| 8.3.3 | Holzbalkendecken | 223 |
| | <i>Holzbalkendecken im Massivbau</i> | 223 |
| | <i>Holzbalkendecken im Skelettbau</i> | 224 |
| 8.3.4 | Trennwände in Holzständerbauart | 234 |
| 8.4 | Flankenschalldämm-Maß von Bauteilen in Holzbauweise | 243 |
| 8.4.1 | Holzbalkendecken | 243 |
| 8.4.2 | Wände | 244 |
| 8.5 | Bewertetes Luftschalldämm-Maß von Bauteilen in Stahleichtbauweise | 245 |
| 8.5.1 | Außenwände | 245 |
| 8.5.2 | Flachdächer | 248 |
| 8.5.3 | Trennwände in Metallständerbauart | 251 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 8.6 | Flankenschalldämm-Maß von Bauteilen in Leichtbauweise | 265 |
| 8.6.1 | Wände | 265 |
| 8.7 | Bewertetes Luftschalldämm-Maß von Fenstern und Rollladenkästen | 266 |
| 8.8 | Bewertetes Luftschalldämm-Maß von Türen | 271 |
| 9 | Grundlagen des Trittschallschutzes | 277 |
| 9.1 | Kennzeichnende Größen | 277 |
| 9.1.1 | Trittschallpegel | 277 |
| 9.1.2 | Norm-Trittschallpegel | 277 |
| 9.1.3 | Standard-Trittschallpegel | 278 |
| 9.1.4 | Bewerteter Norm-Trittschallpegel | 278 |
| 9.1.5 | Trittschallminderung durch Deckenauflagen | 279 |
| 9.2 | Schallübertragungswege | 280 |
| 9.3 | Bewertung des Norm-Trittschallpegels | 280 |
| 9.4 | Spektrum-Anpassungswerte | 282 |
| 10 | Anforderungen und Nachweis Trittschallschutz | 283 |
| 10.1 | Trittschalldämmung zum Schutz von Aufenthaltsräumen gegenüber Schallübertragung | 283 |
| 10.1.1 | Anforderungen und Empfehlungen nach DIN 4109 (11.1989) | 283 |
| 10.1.2 | Anforderungen nach DIN 4109-1 -Entwurf- (10.2006) | 289 |
| | <i>Raumgruppen für den Trittschallschutz.....</i> | <i>289</i> |
| | <i>Anforderungswerte für Gebäude mit Wohn- und Arbeitsbereichen</i> | <i>291</i> |
| 10.1.3 | Anforderungen nach VDI 4100..... | 293 |
| 10.1.4 | Empfehlungen bei Büros nach VDI 2569 | 294 |
| 10.1.5 | Anforderungen bei Gaststätten und Kegelbahnen nach VDI 3726 | 295 |
| 10.2 | Nachweis des Trittschallschutzes nach DIN 4109 Bbl. 1 für Gebäude in Massivbaubauweise | 296 |
| 10.2.1 | Voraussetzungen | 296 |
| 10.2.2 | Anordnung der Räume | 296 |
| 10.2.3 | Ermittlung der Rechenwerte für Massivdecken | 298 |
| 10.2.4 | Ermittlung der Rechenwerte für Holzbalkendecken | 298 |
| 10.2.5 | Nachweis | 298 |
| 10.3 | Nachweis des Trittschallschutzes nach DIN 4109 Bbl. 1 für Gebäude in Skelett- und Holzbaubauweise | 299 |
| 10.3.1 | Ermittlung der Rechenwerte | 299 |
| 10.3.2 | Nachweis | 299 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 10.4 | Nachweisverfahren nach DIN EN 12354-2 | 300 |
| 10.4.1 | Allgemeines | 300 |
| 10.4.2 | Nachweis des bewerteten Trittschallpegels | 301 |
| 10.4.3 | Ermittlung des vorhandenen bewerteten Norm-Trittschallpegels | 301 |
| 11 | Kennwerte für den Trittschallschutz | 305 |
| 11.1 | Bewerteter Trittschallpegel massiver Bauteile nach DIN 4109 | 305 |
| 11.1.1 | Massive Trenndecken | 305 |
| 11.1.2 | Deckenauflagen auf massiven Decken | 308 |
| 11.1.3 | Terrassenaufbauten | 310 |
| 11.1.4 | Doppel- und Hohlraumböden | 312 |
| | <i>Einflussgrößen</i> | 312 |
| | <i>Marktübliche Konstruktionen</i> | 312 |
| 11.1.5 | Massive Treppen (Läufe und Podeste) | 314 |
| 11.2 | Bewerteter Trittschallpegel von Bauteilen in Holz- und Leichtbauweisebauweise nach DIN 4109 | 323 |
| 11.2.1 | Holzbalkendecken | 323 |
| | <i>Holzbalken-Rohdecken</i> | 334 |
| | <i>Ertüchtigungsmaßnahmen für Holzbalkendecken</i> | 339 |
| 11.2.2 | Leichtbautreppen | 343 |
| | <i>Einfluss des Baukörpers</i> | 343 |
| | <i>Grundrissgestaltung</i> | 343 |
| | <i>Befestigungspunkte</i> | 343 |
| 11.3 | Schallbrücken bei schwimmenden Estrichen | 345 |
| 12 | Haustechnische Anlagen | 349 |
| 12.1 | Geräusche aus haustechnischen Anlagen | 349 |
| 12.2 | Anforderungen an den Schutz vor Geräuschen aus haustechnischen Anlagen und Gewerbebetrieben | 350 |
| 12.3 | Ver- und Entsorgungsanlagen | 352 |
| 12.3.1 | Einführung | 352 |
| 12.3.2 | Anforderungen an Armaturen/ Geräte der Wasserinstallation | 352 |
| 12.3.3 | Nachweis der Anforderungen für Wasserinstallationen | 353 |
| 12.3.4 | Vermeidung von Schallbrücken | 356 |
| 12.4 | Aufzugsanlagen | 359 |
| 12.4.1 | Anforderungen | 359 |
| 12.4.2 | Luftschall bei Aufzugsanlagen | 361 |

| | |
|--|-----|
| <i>Maximale Schalldruckpegel</i> | 361 |
| <i>erforderliche Schalldämmung</i> | 362 |
| 12.4.3 Körperschall bei Aufzugsanlagen | 362 |
| 12.4.4 Maßnahmen zum baulichen Schallschutz | 362 |
| <i>Aufzüge mit Triebwerksraum</i> | 366 |
| <i>Aufzüge ohne Triebwerksraum</i> | 367 |
| 12.4.5 Körperschalldämmende Aufstellung | 367 |
| <i>Elektrisch betrieben Aufzüge</i> | 367 |
| <i>Hydraulisch betrieben Aufzüge</i> | 367 |
| <i>Berechnungsgrundlagen</i> | 368 |
| 12.5 Haus- und betriebstechnische Anlagen | 369 |
| 12.5.1 Heizungsanlagen | 369 |
| 12.5.2 Lüftungsanlagen..... | 370 |
| <i>Telefonie-Dämpfung</i> | 373 |
| 12.5.3 Wärmepumpen | 375 |
| 12.5.4 Bauliche Schallschutzmaßnahmen | 376 |
| 13 Schallschutzausweis - DEGA-Empfehlung 103 | 377 |
| 13.1 Allgemeines | 377 |
| 13.2 Schallschutzklassen im Wohnungsbau | 377 |
| 13.2.1 Schallschutzklassen | 377 |
| 13.2.2 Schallschutz zwischen fremden Wohneinheiten | 379 |
| 13.2.3 Schallschutz im eigenen Wohnbereich | 382 |
| 13.2.4 Vertraulichkeitskriterien, Wahrnehmung von Geräuschen | 382 |
| 13.3 Schallschutzausweis | 384 |
| 13.3.1 Hinweise zum Kriterienkatalog | 384 |
| 13.3.2 Kriterien für Standort und Außenlärmsituation | 385 |
| 13.3.3 Kriterien für baulichen Schallschutz im Gebäude | 386 |
| 13.3.4 Grundrissituation und Anordnung von lauten Räumen | 390 |
| 13.3.5 Punktegrenzen | 391 |
| 13.3.6 Erstellung des Schallschutzausweises | 391 |
| 14 Normen und Regelwerke | 395 |
| 15 Literatur | 405 |
| Index | 409 |