

Ersetzt Norm SIA 181, Ausgabe 1988

Protection contre le bruit dans le bâtiment
La protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie

Schallschutz im Hochbau



Der SIA haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

2006-01 1. Auflage
2006-09 2. Auflage

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Vorwort	4	Anhang	
0 Geltungsbereich	5	A (normativ) Schallschutz in der Nacht gegenüber Lokalen mit Musik und Produktionsbetrieben mit tieffrequenten Emissionen	34
0.1 Abgrenzung	5	B (normativ) Bemessung und Bewertung des Schallschutzes	36
0.2 Normative Verweise	6	B.1 Messung bauakustischer Kennwerte ..	36
0.3 Ergänzende Hinweise	7	B.2 Messung des bewerteten Standard-Trittschallpegels $L'_{nT,w}$	41
1 Verständigung	8	B.3 Messung von Geräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude	41
1.1 Allgemeines	8	B.4 Messgeräte	46
1.2 Luftschall	11	B.5 Messung von abgestrahltem Körperschall	46
1.3 Trittschall	15	B.6 Normspektren zur Bewertung des Schallschutzes	46
1.4 Körperschall	17	C (informativ) Erläuterung der Rechtsgrundlagen	48
1.5 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude .	17	D (informativ) Planungshinweise	49
2 Grundsätze	19	E (informativ) Bauakustische Nachweise mit Berechnungsbeispielen	51
2.1 Allgemeines	19	E.1 Allgemeines	51
2.2 Anforderungsstufen	19	E.2 Luftschall	51
2.3 Lärmempfindlichkeit	20	E.3 Trittschall	56
2.4 Volumenkorrektur C_v	20	E.4 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude .	59
3 Anforderungen	21	E.5 Abgestrahlter Körperschall	59
3.1 Externe Quellen	21	F (informativ) Berechnung der bauakustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Eigenschaften der Teile	60
3.2 Interne Quellen	22	G (informativ) Empfehlungen zum Schallschutz innerhalb von Nutzungseinheiten	62
3.3 Raumakustische Anforderungen an Unterrichtsräume und Sporthallen ...	28	H (informativ) Subjektive Empfindung des Schallschutzes in Abhängigkeit vom Grundgeräusch	64
4 Nachweise	30	J (informativ) Aufgaben der Vertragspartner	65
4.1 Allgemeines	30		
4.2 Luftschall externer oder interner Quellen	31		
4.3 Trittschall	32		
4.4 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude .	32		
4.5 Abgestrahlter Körperschall	32		
4.6 Nachhallzeit in Unterrichtsräumen und Sporthallen	33		

VORWORT

Die erste schweizerische Richtlinie zum baulichen Schallschutz erschien im Jahre 1970 als Empfehlung SIA 181, *Empfehlung für Schallschutz im Wohnungsbau*. Bereits in dieser Fassung waren Mindestanforderungen und erhöhte Anforderungen für Luft- und Trittschall und für Geräusche von haustechnischen Installationen und gewerblichen Anlagen festgelegt. Der Schallschutz gegen Aussenlärm wurde nach Rubriken nachts, tags und nach Häufigkeit des Auftretens bestimmt. In den Darstellungen wurde deutlich auf Nebenweg- bzw. Flankenübertragungen hingewiesen.

Ab 1976 ersetzte die Norm SIA 181 *Schallschutz im Wohnungsbau* die entsprechende vorherige Empfehlung. Die Fassung 1976 enthielt neben einer detaillierteren Gliederung im Anhang eine empirische Massenkurve nach Gösele und einfache Beispiele zur Ermittlung von Planungswerten. Dabei wurden Messunsicherheiten und Alterungseinflüsse zur ungünstigen Seite hin berücksichtigt.

Die Norm SIA 181 *Schallschutz im Hochbau*, Ausgabe 1988, trug der Weiterentwicklung der Prüfnormen und der eidgenössischen Lärmschutz-Verordnung (LSV) Rechnung. Lärmempfindlichkeit und Grad der Lärmbelastung wurden wesentliche Einstufungskriterien. Bei Geräuschen haustechnischer Anlagen wurde nun systematisch zwischen Funktions- und Benutzungsgeräuschen sowie zwischen Einzel- und Dauergeräuschen unterschieden. Umfangreichere Anhänge lieferten Projektierungshilfen mit Beispielen und Anleitungen zur Durchführung und Bewertung von Messungen.

Der Bedarf für die vorliegende Normenfassung ist durch die Fortentwicklung der internationalen Normung und im gestiegenen Ruhebedürfnis der Bevölkerung begründet. Dabei richtet sich auch diese Ausgabe der Norm an der Schutzaufgabe aus und bietet (ausser im informativen Anhang) keine «Komfortklassen».

Die Änderungen in der vorliegenden Norm erfolgen nach den Gesichtspunkten:

- neue Gliederung der Anforderungen nach internen und externen Quellen;
- Berücksichtigung aktueller EN- bzw. ISO-Prüf-, Bewertungs- und Prognosenormen für den Schallschutz im Hochbau mit anteiliger Beibehaltung der Messvorschriften für die Gebäudehülle und deren Bauteile;
- obligatorische Berücksichtigung der Spektrum-Anpassungswerte C , C_{tr} und C_l in Nachweisen zum Luft- bzw. Trittschallschutz;
- Hinweise auf Nachweise zum abgestrahlten Körperschall entsprechend der künftigen eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen;
- Einführung der Volumenkorrektur C_V als Ersatz für die volumenabhängige Bezugsnachhallzeit T_0 in Norm SIA 181 (1988);
- Verfahren zur Simulation haustechnischer Benutzungsgeräusche;
- Schallschutz gegenüber Lokalen mit Musik oder Produktionsbetrieben mit tieffrequenten Emissionen (nachts);
- Berücksichtigung der Hörsamkeit in Räumen mit Verweis auf die Norm DIN 18041;
- Empfehlungen für den Schallschutz innerhalb von Nutzungseinheiten.

Kommission SIA 181

In dieser Norm ist der Übersichtlichkeit halber für Funktionsbezeichnungen immer die männliche Form gewählt. Die Aussagen gelten in gleicher Form auch für Funktionsträgerinnen.

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

- 0.1.1 Die Norm SIA 181 gilt für den baulichen Schutz gegenüber externen und internen Lärmquellen sowie von externen und internen Quellen abgestrahltem Körperschall bezogen auf Nutzungseinheiten in Neu- und Umbauten (siehe Ziffer 0.1.8) für Aussenbauteile, Trennbauteile, Treppen, haustechnische Anlagen und feste Einrichtungen im Gebäude. Das gilt auch für Umnutzungen und bauakustisch relevante Nutzungsänderungen. Fragen der Verhältnismässigkeit von bauakustischen Anforderungen bei Umbauten (Statik, Denkmalschutz, technische und betriebliche Machbarkeit sowie wirtschaftliche Tragbarkeit) sind im Einzelfall zwischen den Beteiligten und falls erforderlich mit den Vollzugsbehörden zu regeln.
- 0.1.2 Für den Schallschutz innerhalb von Nutzungseinheiten werden Empfehlungen abgegeben.
- 0.1.3 Die Norm definiert die Anforderungen an den Schallschutz in Räumen und Raumgruppen, in denen Menschen leben und arbeiten bzw. sich längere Zeit aufhalten. Sie gilt nicht für speziell genutzte Räume wie Konzertsäle, Ton- und Audiostudios usw.
- 0.1.4 Die Norm regelt die schalltechnischen Eigenschaften von Bauten, Bauteilen und Anlagen der Haustechnik bzw. der Industrie und des Gewerbes bei Mischnutzung in Gebäuden. Sie gilt ausdrücklich unter der Voraussetzung einer üblichen Nutzung. Sie behandelt aber nicht die rücksichtslose Geräuschverursachung und auch nicht die ausserordentliche Empfindlichkeit von Benutzern.
- 0.1.5 Die Norm enthält Angaben für die Projektierung und Bemessung von Hochbauten mit Bezug auf den geforderten Schallschutz sowie für die Beurteilung der relevanten Eigenschaften der betroffenen Gebäudeteile und Einrichtungen. In den Anhängen E und F sind Hinweise auf die entsprechenden Berechnungsverfahren und Nachweishilfsmittel aufgeführt.
- 0.1.6 Zur Raumakustik von Unterrichtsräumen und Sporthallen werden Sollwerte der Nachhallzeiten gefordert. Zur Hörsamkeit in kleinen bis mittelgrossen Räumen werden Empfehlungen mit Hinweis auf die Norm DIN 18041 gegeben.
- 0.1.7 Im Zusammenhang mit abgestrahltem Körperschall stützt sich diese Norm speziell auf die künftige eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen ab. Vor deren Inkrafttreten ist direkt das Bundesgesetz über den Umweltschutz anzuwenden. Sofern Widersprüche zu künftigen rechtlichen Regelungen entstehen, treten die betreffenden Festlegungen der Norm bis zu deren Ersatz durch den Herausgeber ausser Kraft. Die übrige Norm behält dabei ihre Gültigkeit bis zu einer Neufassung bzw. Ungültigkeitserklärung des Herausgebers.
- 0.1.8 Beispiele für bauakustisch relevante Umbauten ¹:
- Ersatz von Fenstern oder Verglasungen;
 - Ersatz weicher Bodenbeläge (Teppiche) durch Hartbeläge (Parkett, Laminat, Keramik, Stein);
 - Ersatz haustechnischer Anlagen oder fester Einrichtungen im Gebäude;
 - Ersatz von Sanitärinstallationen.

¹ Selbst wenn bei Altbauten Ausnahmegenehmigungen der Vollzugsbehörden vorliegen, darf zumindest infolge des Umbaus keine bauakustische Verschlechterung gegenüber dem Zustand vor den Umbaumaassnahmen erfolgen.

0.2 Normative Verweise

0.2.1 Im Text dieser Norm wird auf die nachfolgend aufgeführten, als schweizerische Normen übernommenen internationalen Normen in deren jeweils gültiger Fassung verwiesen. Diese sind ganz oder in Teilen im Sinne des Verweises mitgeltend.

Die Normen SN EN ISO xxx werden im Text als ISO xxx, die Normen SN EN yyy als EN yyy referenziert.

0.2.2 Zu Messungen im Labor:

- Normenreihe SN EN ISO 140: Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen:
 - ISO 140-3, Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen
 - ISO 140-6, Teil 6: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Prüfständen
 - ISO 140-8, Teil 8: Messung der Trittschallminderung durch eine Deckenauflage auf einer massiven Bezugsdecke in Prüfständen
 - ISO 140-10, Teil 10: Messung der Luftschalldämmung von kleinen Bauteilen in Prüfständen
 - ISO 140-11, Teil 11: Messung der Trittschallminderung durch Deckenaufgaben auf leichten Bezugsdecken in Prüfständen

0.2.3 Zu Messungen in Gebäuden:

- Normenreihe SN EN ISO 140: Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen:
 - ISO 140-4, Teil 4: Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden
 - ISO 140-5, Teil 5: Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden am Bau
 - ISO 140-7, Teil 7: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden
 - ISO 140-14, Teil 14: Leitfäden für besondere bauliche Bedingungen
- EN ISO 16032: Akustik – Messung des Schalldruckpegels von haustechnischen Anlagen in Gebäuden – Standardverfahren

0.2.4 Zur einzahligen Bewertung spektral ermittelter Messergebnisse aus Prüflabors und aus Gebäuden:

- Normenreihe SN EN ISO 717: Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen:
 - ISO 717-1, Teil 1: Luftschalldämmung
 - ISO 717-2, Teil 2: Trittschalldämmung

0.2.5 Zu Schallschutzprognosen mit bekannten zugehörigen Kennwerten für Trennbauteile und flankierende Bauteile:

- Normenreihe SN EN 12354: Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften:
 - EN 12354-1, Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen
 - EN 12354-2, Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen
 - EN 12354-3, Teil 3: Luftschalldämmung von Aussenbauteilen gegen Aussenlärm

0.2.6 Zur raumakustischen Konditionierung von Räumen:

- DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgrossen Räumen
- EN ISO 3382: Akustik – Messung der Nachhallzeit von Räumen mit Hinweis auf andere akustische Parameter
- EN 12354-6: Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 6: Schallabsorption in Räumen

0.2.7 Weitere zitierte Normen:

- Norm SIA 180: Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau
- ISO 15186-1: Akustik – Bestimmung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen aus Schallintensitätsmessungen – Teil 1: Messungen im Prüfstand
- ISO 15186-2: Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity – Part 2: Field measurements
- ISO 15186-3: Akustik – Bestimmung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen aus Schallintensitätsmessungen – Teil 3: Messungen im Prüfstand bei tiefen Frequenzen
- EN 60942: Elektroakustik – Schallkalibratoren

- EN 61260 mit A1: Elektroakustik – Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven; mit Änderung A1
- EN 61672-1: Elektroakustik – Schallpegelmesser – Teil 1: Anforderungen
- DIN 45680, 1997, Beiblatt 1: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft
- ÖNORM S 5007, 1996: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft

0.3 Ergänzende Hinweise

- 0.3.1 Zum Schallschutz gegenüber Nutzungen mit massgeblichen Anteilen tieffrequenter Geräusche, wie sie z.B. aus Discos, Tanzlokalen und bestimmten Produktionsbetrieben emittiert werden, gelten zusätzliche Anforderungen gemäss Anhang A (normativ). Dabei werden zumindest tieffrequente Schallanteile ab 50 Hz mitberücksichtigt. Zum häufigen Fall tieffrequenter Störungen infolge von Luft- und Trittschall (besonders bei Leichtbaukonstruktionen) werden in dieser Ausgabe der Norm weder Messvorschriften noch Anforderungen genannt, weil die zugehörigen Messungen speziell bei kleinen Räumen mit erheblichen systematischen Unsicherheiten behaftet sind, die nur bei einer im Rahmen von Standardmessaufgaben nicht vertretbar hohen Anzahl von Messpositionen im Mittel ausgeglichen werden können.
- 0.3.2 Immissionen im Gebäude aus abgestrahltem Körperschall, verursacht durch interne oder externe Quellen, werden in der künftigen eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen behandelt (siehe Ziffer 3.1.2).
- 0.3.3 Bei internen Quellen aus Industrie und Gewerbe wird ebenfalls auf die künftige eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen Bezug genommen (siehe Ziffer 3.2.4). Hierzu können daneben Nachweise und Massnahmen zur Minderung von Geräuschen haustechnischer Anlagen notwendig werden.

1 VERSTÄNDIGUNG

1.1 Allgemeines

Gemessene Schalldruckpegel werden in Dezibel (dB) angegeben. Wenn Störgeräusche nicht mit Hilfe von Normschallquellen (bei Luftschall und Trittschall) als «lineare Pegel», sondern direkt zu beurteilen sind, erfolgt die Beurteilung über die dem Hörempfinden angepasste «A-Bewertungskurve» als «A-bewertete Schalldruckpegel dB(A)». Insbesondere erfolgt diese A-Bewertung auch für Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude.

Vereinfachend werden in dieser Norm auch die zugehörigen nicht gemessenen Pegelkorrekturen und die sich damit ergebenden Beurteilungspegel insgesamt per Annahme als A-bewertet in dB(A) ausgewiesen. Der Zusatz (A) bzw. (C) zur Masseinheit dB ist nicht Bestandteil der Masseinheit, sondern nur Hinweis auf die Bewertungsart für den jeweiligen Schallpegel als eigentliche Messgrösse.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Schall <i>Son</i>		Mechanische Schwingungen und Wellen eines elastischen Mediums, insbesondere im Frequenzbereich des menschlichen Hörens mit Schwingungszahlen von 16 bis 20000 Hertz (Hz).
Frequenz <i>Fréquence</i>	f Hz	Zahl der Schwingungen pro Sekunde (Schwingungszahl in Hertz). Mit zunehmender Schwingungszahl nimmt die Tonhöhe zu. Eine Verdoppelung der Schwingungszahl entspricht einer Oktave, die drei Terzen umfasst.
Schalldruck <i>Pression acoustique</i>	p Pa	Das Schallfeld bestimmender Wechseldruck (Druckschwankung), der sich dem statischen Druck überlagert (normalerweise dem atmosphärischen Druck der Luft).
Schallintensität <i>Intensité acoustique</i>	I W/m ²	Die von einer Schallwelle transportierte Energie pro Sekunde und pro Quadratmeter.
Bezugsschalldruck <i>Pression acoustique de référence</i>	p_0 Pa	International festgelegt: $p_0 = 20 \cdot 10^{-6}$ Pa
Schalldruckpegel <i>Niveau de pression acoustique (niveau sonore)</i>	L dB	Der zehnfache Logarithmus des Verhältnisses der Quadrate des effektiven Schalldruckes p zu dem – bei etwa 1000 Hz gerade noch hörbaren – Bezugsschalldruck p_0 . $L = 10 \lg (p^2/p_0^2)$
Energieäquivalenter Dauerschallpegel <i>Niveau acoustique continu équivalent</i>	L_{Aeq} bzw. $L_{Aeq(t)}$ dB(A) L_{Ceq} bzw. $L_{Ceq(t)}$ dB(C)	Über die Beobachtungszeit t konstanter Pegelwert, der die gleiche Energie zum Empfänger bringt wie ein in der gleichen Zeitspanne schwankender Schallpegel. Entsprechend der verwendeten Bewertungskurve in dB(A) bzw. in dB(C) angegeben. Die A- bzw. C-Bewertungskurven sind international gemäss IEC bzw. EN 61672-1 genormt. Sie berücksichtigen näherungsweise die unterschiedliche Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für Töne verschiedener Frequenzen und Intensitäten.
Beurteilungspegel <i>Niveau d'évaluation</i>	L_r dB(A)	Mass für die Beurteilung der Aussenlärmimmission nach Massgabe der Lärmschutz-Verordnung des Bundes (LSV).

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Mittlerer Schalldruckpegel <i>Niveau de pression moyen</i>	L dB	Räumlicher Mittelwert der Schalldruckpegel in einem Raum. Bei kontinuierlicher Abtastung des Schallfeldes: $L = 10 \cdot \lg \left(\frac{\frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} p^2(t) dt}{p_0^2} \right)$ T_m Integrationszeit Bei punktwieser Abtastung: $L = 10 \cdot \lg \left(\frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{n \cdot p_0^2} \right)$
Schallfrequenzanalyse <i>Analyse fréquentielle</i>		Verfahren zur Bestimmung der Energieanteile in den verschiedenen Frequenzbändern eines Schallspektrums.
Oktavband <i>Bande d'octave</i>		Frequenzband zwischen einer unteren und einer oberen Eckfrequenz f_u und f_o . Das Frequenzverhältnis $f_o/f_u = 2$ entspricht einer Oktave. Charakterisiert wird das Band durch Angabe seiner Mittenfrequenz $f_m = 1,414 f_u$ bzw. $0,707 f_o$.
Oktavbandanalyse <i>Analyse par bande d'octave</i>		Zerlegt ein Geräusch durch Filter in Frequenzgebiete vom Umfang einer Oktave.
Terzband <i>Bande de tiers d'octave</i>		Frequenzband zwischen einer unteren und einer oberen Eckfrequenz f_u und f_o . Das Frequenzverhältnis $f_o/f_u = 1,26$ entspricht einer Dritteloktave, d.h. annähernd einer grossen Terz. Charakterisiert wird das Band durch Angabe seiner Mittenfrequenz $f_m = 1,122 f_u$ bzw. $0,891 f_o$.
Terzbandanalyse <i>Analyse par bande de tiers d'octave</i>		Zerlegt ein Geräusch durch Filter in Frequenzgebiete vom Umfang einer Terz ($\frac{1}{3}$ Oktave).
Reiner Ton <i>Son pur</i>		Schall mit zeitlich sinusförmigem Verlauf der Amplitude mit einer im Hörbereich liegenden Frequenz.
Geräusch <i>Bruit</i>		Schall, zusammengesetzt aus Teiltönen, deren Frequenzen nicht im Verhältnis ganzer Zahlen zueinander stehen.
Impulsgeräusch <i>Bruit impulsif</i>		Einzelimpulse (z.B. Explosion, Knall, Überschallknall usw.); Schallimpulsfolgen, deren Grundfrequenz unter 16 Hz liegt (z.B. Hammerwerk für die Messung der Trittschallübertragung).
Bauakustik <i>Acoustique du bâtiment</i>		Teilgebiet der Akustik, das sich besonders mit dem Schallschutz in Bauten befasst: Luftschall-, Körperschall- und Trittschalldämmung, Schutz vor Geräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen sowie vor abgestrahltem Körperschall im Gebäude.
Bauakustik-Bereich <i>Domaine de l'acoustique du bâtiment</i>		Der für die Bauakustik massgebende Bereich des akustischen Spektrums. Falls keine weiteren Angaben bestehen, sind die Terzmittenfrequenzen 100 Hz bis 3150 Hz gemeint. In besonderen Fällen können zusätzlich die Terzen 50, 63 und 80 Hz als besonderer Tieffrequenzbereich sowie die Terzen 4000 und 5000 Hz als besonderer Hochfrequenzbereich mitberücksichtigt werden.
Raumakustik <i>Acoustique des salles</i>		Teilgebiet der Akustik, das sich mit der Hörsamkeit von Sprache oder Musik in Räumen und mit dem akustischen Design von Räumen befasst.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Raumakustik-Bereich <i>Domaine de l'acoustique des salles</i>		Der für die Raumakustik massgebende Bereich des akustischen Spektrums mit Terzmittenfrequenzen von ca. 63 bis ca. 4000 oder aufgabenspezifisch auch bis ca. 8000 Hz. In der Raumakustik werden Kennwerte häufig auch über entsprechende Oktavbänder dargestellt.
Nachhall <i>Réverbération</i>		Abnahme der Schallenergie in einem geschlossenen Raum nach Unterbrechung der Schallsendung.
Nachhallzeit <i>Temps de réverbération</i>	T s	Zeitspanne T in Sekunden, in der der Schalldruckpegel nach Beendigung der Schallsendung um 60 dB sinkt.
Bezugsnachhallzeit <i>Temps de réverbération de référence</i>	T_0 s	Dient der Standardisierung von Schalldruckpegeln in einem Raum. Die Bezugsnachhallzeit beträgt 0,5 s, unabhängig vom Volumen. Die Anforderungen sind bei grösseren Räumen entsprechend mit C_V angepasst, vgl. Ziffer 2.4.
Sollwert der Nachhallzeit <i>Valeur de consigne du temps de réverbération</i>	T_{soll} s	Projektierungswert der Nachhallzeit zur raumakustischen Konditionierung von Unterrichtsräumen und Sporthallen.
Äquivalente Schallabsorptionsfläche <i>Aire d'absorption équivalente</i>	A m^2	Fläche vollständiger Schallabsorption in m^2 , die ebenso viel Schallenergie schlucken würde wie Wände, Decken und Bodenflächen sowie Personen, Mobiliar, Pflanzen usw. in einem Raum. Zwischen der Nachhallzeit T (s), dem Rauminhalt V (m^3) und der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A (m^2) eines Raumes besteht für diffuse Schallverteilung nach W. C. Sabine folgender Zusammenhang: $A = \frac{0,16 \cdot V}{T}$
Bezugs-Schallabsorptionsfläche <i>Aire d'absorption équivalente de référence</i>	A_0 m^2	Vereinbarte Bezugs-Schallabsorptionsfläche $A_0 = 10 m^2$ nach ISO 140.
Volumen <i>Volume</i>	V m^3	Netto-Raumvolumen (ohne geschlossene Festeinbauten wie z.B. Einbaumöbel).
Fläche <i>Superficie</i>	S m^2	Netto-Bauteilfläche (aus lichten Abmessungen).
Nutzungseinheit <i>Unité d'utilisation</i>		Räume oder zusammenhängende Raumgruppen, welche in Bezug auf die Nutzung eine selbständige rechtliche oder organisatorische Einheit bilden oder bilden können und gegen Aussen- und Innenlärm zu schützen sind, z.B. Wohnungseinheiten, Wohneinheiten für Senioren, Bürobetriebe, Gewerbebetriebe usw. Räume, die beispielsweise nicht einzelnen Stockwerkeigentümern zuzuordnen sind, sondern zum Gemeinschaftseigentum gehören, wie z.B. Korridore, Treppenhäuser oder Laubengänge, sind als selbständige Nutzungseinheiten einzustufen. Es ist jedoch zu unterscheiden zwischen solchen, welche ausschliesslich dem Zugang zu den angrenzenden, gleichartigen Nutzungseinheiten dienen (beispielsweise Treppenhäuser in Mehrfamilienhäusern oder Korridore in Bürogebäuden), und solchen, welche unterschiedliche, nicht in direktem Zusammenhang stehende Nutzungseinheiten verbinden oder daran angrenzen (z.B. Zugang zu Gastbetrieb oder Fabrikationsgebäude neben Wohnungen).

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Trennbauteil <i>Élément de séparation</i>		Spitäler, Pflegeheime ohne abgeschlossene Wohneinheiten, Hotels, Schulen, Gemeinschaftsbüros, medizinische Gemeinschaftspraxen usw. können jeweils als eine Nutzungseinheit behandelt werden. Für den internen Schallschutz in derartigen Nutzungseinheiten wird Anhang G empfohlen.
Projektierungswert <i>Valeur de projet</i>		Raumabschliessender Bauteil (Wand, Decke, Boden) zwischen zwei Nutzungseinheiten.
Projektierungszuschlag <i>Supplément de projet</i>	K_P dB bzw. dB(A)	Schalldämmwert eines Bauteils, der die zu erwartenden Nebenwegübertragungen, die Ausführungsqualität und die mögliche Alterung der Materialien angemessen berücksichtigt.
Zuschlag für Flankenübertragung <i>Supplément pour transmission latérale</i>	K_F dB	Korrekturwert zu akustischen Bauteilkennwerten aus Labormessungen, der zusätzlich zu Flankenübertragungen am Bau Abweichungen zwischen Labor- und Baubedingungen berücksichtigen soll (Erfahrungswert).
Spektrum-Anpassungswerte <i>Termes d'adaptation du spectre</i>	C, C_{tr}, C_l dB	Korrekturwerte als Einzahlangaben für Pegel oder Pegeldifferenzen, welche auf Grund besonderer Frequenzabhängigkeiten von Geräuschen erforderlich sind, um Messwerte an die Gehörempfindung anzupassen.
	C dB	Spektrum-Anpassungswert zur Bewertung von Frequenzeinbrüchen an Schallpegelkurven (Innenlärm).
	C_{tr} dB	Spektrum-Anpassungswert zur Bewertung vorrangig tieffrequenter Verkehrslärm- bzw. Musikanteile.
	C_l dB	Spektrum-Anpassungswert zur Bewertung vorrangig tieffrequenter Trittschallanteile.
Volumenkorrektur <i>Correction liée au volume</i>	C_V dB	Korrekturwert zur Berücksichtigung grösserer Volumen des Empfangsraums bezüglich Nachhallzeiten.

1.2 Luftschall

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Luftschall <i>Son aérien</i>		In Luft sich über Teilchenschwingung (Schallwellen) ausbreitender Schall.
Luftschallübertragung <i>Transmission de sons aériens</i>		Übertragung von Luftschall von einem Raum zum anderen durch Trennbauteile (Wand, Decke, Türe, Fenster usw.), durch Öffnungen, Spalte oder über Nebenwege.
Nebenwegübertragung bei Luftschall <i>Transmission indirecte de sons aériens</i>		Jede Form der Luftschallübertragung zwischen Räumen, die nicht über gemeinsame Trennbauteile erfolgt, z.B. auch Übertragung über Undichtheiten, Lüftungskanäle, Rohrleitungen und Ähnliches, sowie über flankierende Bauteile bzw. über unplanmässige Schallbrücken.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Flankenübertragung bei Luftschall <i>Transmission latérale de sons aériens</i>		Anteil der Luftschallübertragung zwischen Räumen, der nicht über gemeinsame Trennbauteile, sondern anteilig oder insgesamt über die flankierenden Bauteile (Decken, Wände usw.) erfolgt.
Schalldämm-Mass <i>Indice d'affaiblissement acoustique</i>	R dB	Im Labor im Prüfstand mit unterdrückter Flankenübertragung gemessen gemäss ISO 140-3.
Bewertetes Schalldämm-Mass <i>Indice d'affaiblissement acoustique pondéré</i>	R_w dB	Einzahlangabe gemäss ISO 717-1 für das in den einzelnen Terzbändern ermittelte Schalldämm-Mass R .
Bau-Schalldämm-Mass <i>Indice d'affaiblissement acoustique apparent</i>	R' dB	Im Bau gemäss ISO 140-4 (oder im Labor im früher üblichen Prüfstand mit Flankenübertragung) gemessen: $R' = D + 10 \lg (S/A)$ $D = L_1 - L_2$ Schallpegeldifferenz (dB) L_1 mittlerer Schalldruckpegel im Senderraum (dB) L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) S gemeinsame Fläche des Trennbauteils zwischen Sende- und Empfangsraum (m ²) A äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum (m ²) R' wird pro Terzband angegeben.
Bau-Schalldämm-Mass für Aussenbauteile <i>Indice d'affaiblissement acoustique apparent pour des éléments de façade</i>	R'_{ϑ} bzw. R'_{45° dB	Bau-Schalldämm-Mass für Fassaden- und Dachbauteile (insbesondere für Fenster, wenn flankierende Bauteile vernachlässigt oder rechnerisch erfasst werden können), nach dem Bauteil-Lautsprecher-Verfahren gemäss ISO 140-5. $R'_{\vartheta} = D + 10 \lg (S \cos \vartheta / A)$ bzw. $R'_{45^\circ} = D + 10 \lg (S/A) - 1,5$ $D = L_{1,s} - L_2$ Schallpegeldifferenz (dB) $L_{1,s}$ mittlerer Schalldruckpegel direkt auf der Aussenfläche des zu prüfenden Bauteils gemessen (dB) L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) S Fläche des Trennbauteils zwischen Aussenraum und Empfangsraum (m ²) nach ISO 140-5, Anhang A A äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum (m ²) ϑ räumlicher Schalleinfallswinkel vom Lautsprecher zum Messobjekt (in der Regel 45°) R'_{ϑ} und R'_{45° werden pro Terzband angegeben.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Bau-Schalldämm-Mass für Aussenbauteile <i>Indice d'affaiblissement acoustique apparent pour des éléments de façade</i>	$R'_{tr,s}$ dB	Bau-Schalldämm-Mass für Fassaden- und Dachbauteile (insbesondere für Fenster, wenn flankierende Bauteile vernachlässigt oder rechnerisch erfasst werden können), wenn die Schallquelle Strassenverkehrslärm ist, gemäss ISO 140-5. $R'_{tr,s} = D + 10 \lg (S/A) - 3$ $D = L_{eq,1,s} - L_{eq,2}$ Schallpegeldifferenz (dB) $L_{eq,1,s}$ mittlerer äquivalenter Schalldruckpegel direkt auf der Aussenfläche des zu prüfenden Bauteils gemessen (dB) $L_{eq,2}$ mittlerer äquivalenter Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) S Fläche des Trennbauteils zwischen Aussenraum und Empfangsraum (m ²) nach ISO 140-5, Anhang A A äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum (m ²) $R'_{tr,s}$ wird pro Terzband angegeben.
Bewertetes Bau-Schalldämm-Mass <i>Indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré</i>	R'_w dB	Einzahlangabe gemäss ISO 717-1 für das in den einzelnen Terzbändern ermittelte Bau-Schalldämm-Mass R' .
Bewertetes Bau-Schalldämm-Mass für Aussenbauteile <i>Indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré pour des éléments de façade</i>	$R'_{\vartheta,w}$ bzw. $R'_{45^\circ,w}$ dB	Einzahlangabe gemäss ISO 717-1 für das in den einzelnen Terzbändern ermittelte Bau-Schalldämm-Mass für Fassaden- bzw. Dachbauteile R'_{ϑ} bzw. R'_{45° .
Resultierendes bewertetes Bau-Schalldämm-Mass <i>Indice d'affaiblissement apparent pondéré résultant</i>	$R'_{w,res}$ dB	Einzahlangabe des resultierenden Bau-Schalldämm-Masses für Trennbauteile, die aus mehreren Einzelbauteilen verschiedener Schalldämmungen bestehen. Das resultierende Bau-Schalldämm-Mass kann aus einer energetischen Summation gemäss Angaben im Anhang E berechnet werden.
Standard- Schallpegeldifferenz <i>Isolement acoustique normalisé</i>	D_{nT} dB	Nachhallzeitbezogene Schallpegeldifferenz am Bau ermittelt nach ISO 140-4. $D_{nT} = D + 10 \lg (T/T_0)$ $D = L_1 - L_2$ Schallpegeldifferenz (dB) L_1 mittlerer Schalldruckpegel im Senderraum (dB) L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) T Nachhallzeit im Empfangsraum (s) $T_0 = 0,5$ s Bezugsnachhallzeit D_{nT} wird pro Terzband angegeben.
Standard- Schallpegeldifferenz <i>Isolement acoustique normalisé</i>	$D_{2m,nT}$ dB	Nachhallzeitbezogene Schallpegeldifferenz für Fassaden gemessen am Bau mit den Gesamt-Verfahren nach ISO 140-5. $D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \lg (T/T_0)$ Bezeichnung bei Verkehrslärm als Schallquelle: $D_{tr,2m,nT}$ Bezeichnung bei Lautsprecher als Schallquelle: $D_{ls,2m,nT}$ $D_{2m} = L_{1,2m} - L_2$ Schallpegeldifferenz (dB) $L_{1,2m}$ mittlerer Schalldruckpegel aussen 2 m vor der Fassade gemessen (dB) L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) T Nachhallzeit im Empfangsraum (s) $T_0 = 0,5$ s Bezugsnachhallzeit $D_{2m,nT}$ wird pro Terzband angegeben.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Standard-Schallpegel- differenz für die Gebäude- hülle <i>Isolement acoustique normalisé pour l'enveloppe</i>	$D_{\vartheta,nT}$ bzw. $D_{45^\circ,nT}$ dB	Nachhallzeitbezogene Schallpegeldifferenz für Fassaden und Dächer gemessen am Bau mit dem Gesamt-Lautsprecher-Verfahren in Anlehnung an ISO 140-5. $D_{\vartheta,nT} = D + 10 \lg (T \cos \vartheta / T_0)$ $D = L_{1,s} - L_2$ Schallpegeldifferenz (dB) $L_{1,s}$ mittlerer Schalldruckpegel direkt auf der Aussenfläche des Prüfobjekts gemessen (dB) L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) T Nachhallzeit im Empfangsraum (s) $T_0 = 0,5$ s Bezugsnachhallzeit ϑ räumlicher Schalleinfallswinkel vom Lautsprecher zum Messobjekt (in der Regel 45°) $D_{\vartheta,nT}$ und $D_{45^\circ,nT}$ werden pro Terzband angegeben.
Norm-Schallpegeldifferenz eines kleinen Bauteils <i>Isolement acoustique normalisé de petits éléments</i>	$D_{n,e}$ dB	Absorptionsflächenbezogene Schallpegeldifferenz kleiner Bauteile gemessen im Labor gemäss ISO 140-10. $D_{n,e} = L_1 - L_2 - 10 \lg (A/A_0)$ L_1 mittlerer Schalldruckpegel im Senderraum (dB) L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) A äquivalente Absorptionsfläche im Empfangsraum (m^2) A_0 Bezugs-Schallabsorptionsfläche ($10 m^2$) $D_{n,e}$ wird pro Terzband angegeben.
Bewertete Standard- Schallpegeldifferenz <i>Isolement acoustique normalisé pondéré</i>	$D_{nT,w}$ dB	Einzehlangabe gemäss ISO 717-1 für die in den einzelnen Terzbändern am Bau ermittelten Werte der Standard-Schallpegeldifferenz D_{nT} .
Bewertete Standard- Schallpegeldifferenz für die Gebäudehülle <i>Isolement acoustique normalisé pondéré pour l'enveloppe</i>	$D_{\vartheta,nT,w}$ bzw. $D_{45^\circ,nT,w}$ dB	Einzehlangabe gemäss ISO 717-1 für die in den einzelnen Terzbändern in Anlehnung an ISO 140-5 ermittelten Werte der Standard-Schallpegeldifferenz $D_{\vartheta,nT}$ nach dem Gesamt-Lautsprecher-Verfahren für Fassaden und Dächer am Bau.
Bewertete Standard- Schallpegeldifferenz für die Gebäudehülle <i>Isolement acoustique normalisé pondéré pour l'enveloppe</i>	$D_{2m,nT,w}$ dB	Einzehlangabe gemäss ISO 717-1 für die in den einzelnen Terzbändern nach ISO 140-5 ermittelten Werte der Standard-Schallpegeldifferenz $D_{2m,nT}$ nach dem Gesamtverfahren für Fassaden am Bau.
Luftschall-Pegelkorrektur <i>Correction liée au son aérien</i>	ΔL_{LS} dB	Pegelkorrektur zur Umrechnung von Bau-Schalldämm-Massen in Standard-Schallpegeldifferenzen in Abhängigkeit von der Trennfläche und vom Volumen des Empfangsraums: $\Delta L_{LS} = D_{nT} - R'$
Gesamtwert für die Luft- schalldämmung externer Quellen <i>Valeur globale d'isolement aux sons aériens pour les sources de bruit extérieures</i>	$D_{e,tot}$ dB	Summe der Kennwerte, die in der jeweiligen Anforderung für die Luftschalldämmung externer Quellen zu berücksichtigen sind.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Gesamtwert für die Luftschalldämmung interner Quellen	$D_{i,tot}$	Summe der Kennwerte, die in der jeweiligen Anforderung für die Luftschalldämmung interner Quellen zu berücksichtigen sind.
<i>Valeur globale d'isolement aux sons aériens pour les sources de bruit intérieures</i>	$D_{i50,tot}$ dB	Summe der Kennwerte für die Luftschalldämmung interner Quellen für Fälle, in denen $C_{tr,50-3150}$ berücksichtigt wird.
Anforderungswert <i>Valeur limite</i>	D_e	Anforderungswert für Luftschall externer Quellen
	D_i	Anforderungswert für Luftschall interner Quellen
	D_{i50} dB	Anforderungswert für Luftschall interner Quellen für Fälle, in denen $C_{tr,50-3150}$ berücksichtigt wird.
Projektierungswert <i>Valeur de projet</i>	$D_{e,d}$	Projektierungswert für Luftschall externer Quellen $D_{e,d} = D_{e,tot} - K_P$
	$D_{i,d}$	Projektierungswert für Luftschall interner Quellen $D_{i,d} = D_{i,tot} - K_P$
	$D_{i50,d}$ dB	Projektierungswert für Luftschall interner Quellen mit $C_{tr,50-3150}$ $D_{i50,d} = D_{i50,tot} - K_P$

1.3 Trittschall

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Trittschall <i>Bruit de choc</i>		Beim Begehen und bei ähnlicher stossartiger Anregung einer Decke, Treppe usw. entstehender Körperschall, der durch die Konstruktion übertragen und als Luftschall abgestrahlt wird.
Trittschallübertragung <i>Transmission du bruit de choc</i>		Übertragung von Trittschall von einer begehbaren Konstruktion als Körperschall in andere Räume und mit dortiger Abstrahlung und Wahrnehmung als Luftschall.
Nebenwegübertragung bei Trittschall <i>Transmission indirecte du bruit de choc</i>		Körperschallübertragung flankierender Bauteile. Sie umfasst auch die Übertragung durch Installationen (Rohrleitungen, Kanäle, Türzargen usw.), welche durch Körperschall angeregt werden.
Trittschallpegel <i>Niveau de pression du bruit de choc</i>	L_i dB	Mittlerer Schallpegel im Empfangsraum, wenn die begehbare Konstruktion im Senderraum mit einem normierten Hammerwerk nach ISO 140 (Teil 6, 7 oder 8) angeregt wird. Der Pegel L_i wird in Terzbändern gemessen.
Norm-Trittschallpegel <i>Niveau de pression du bruit de choc normalisé</i>	L_n dB	An Decken gemäss ISO 140-6 im Prüfstand mit unterdrückter Flankenübertragung gemessen. Die Anregung erfolgt mittels Norm-Hammerwerk. $L_n = L_i + 10 \lg (A/A_0)$
		L_i Trittschallpegel in einem Terzband (dB)
		A äquivalente Schallabsorptionsfläche des Empfangsraumes (m^2) für ein Terzband
		A_0 Bezugs-Schallabsorptionsfläche ($10 m^2$)

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Norm-Trittschallpegel <i>Niveau de pression du bruit de choc normalisé</i>	L'_n dB	Im Bau gemäss ISO 140-7 (oder im Labor im früher üblichen Prüfstand mit Flankenübertragung) gemessen. Die Anregung erfolgt mittels Norm-Hammerwerk. $L'_n = L_i + 10 \lg (A/A_0)$ L_i Trittschallpegel in einem Terzband (dB) A äquivalente Schallabsorptionsfläche des Empfangsraumes (m^2) für ein Terzband A_0 Bezugs-Schallabsorptionsfläche ($10 m^2$) Der Norm-Trittschallpegel kann nicht nur an Deckenkonstruktionen bestimmt werden, sondern auch bei Diagonal- und Horizontalübertragungen sowie bei Treppenkonstruktionen, Balkonen usw.
Bewerteter Norm-Trittschallpegel <i>Niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé</i>	$L_{n,w}$ bzw. $L'_{n,w}$ dB	Einzahlangabe gemäss ISO 717-2 für die in den einzelnen Terzbändern ermittelten Werte der Norm-Trittschallpegel L_n bzw. L'_n .
Bewerteter Norm-Trittschallpegel für eine Beton-Rohdecke <i>Niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé pour une dalle de béton sans revêtement</i>	$L'_{n,0,w}$ dB	Einzahlangabe zur Kennzeichnung der Trittschalldämmung einer Beton-Rohdecke zur näherungsweise Ermittlung des Norm-Trittschallpegels für einen gesamten Deckenaufbau mittels der bewerteten Trittschallminderung. $L'_{n,w} \approx L'_{n,0,w} - \Delta L_w$
Bewertete Trittschallminderung <i>Indice d'amélioration pondéré de l'isolement au bruit de choc</i>	ΔL_w dB	Einzahlangabe zur Kennzeichnung der Trittschallverbesserung einer Massivdecke durch eine Deckenauflage (schwimmender Unterlagsboden, weicher Gehbelag usw.) gemäss ISO 140-8 und ISO 717-2. $\Delta L_w = L_{n,r,o,w} - L_{n,r,w} = 78 - L_{n,r,w}$ $L_{n,r,o,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel auf der Bezugsdecke ohne Deckenauflage (dB) (nach Definition $L_{n,r,o,w} = 78$ dB) $L_{n,r,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel auf der Bezugsdecke mit Deckenauflage (dB)
Standard-Trittschallpegel <i>Niveau de pression du bruit de choc standardisé</i>	L'_{nT} dB	Nachhallzeitbezogener Trittschallpegel gemäss ISO 140-7. $L'_{nT} = L_i - 10 \lg (T/T_0)$ L_i Trittschallpegel T Nachhallzeit $T_0 = 0,5$ s Bezugsnachhallzeit L'_{nT} wird pro Terzband angegeben.
Bewerteter Standard-Trittschallpegel <i>Niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé</i>	$L'_{nT,w}$ dB	Einzahlangabe gemäss ISO 717-2 für die in den einzelnen Terzbändern ermittelten Werte der Standard-Trittschallpegel L'_{nT} .
Trittschall-Pegelkorrektur <i>Correction liée au bruit de choc</i>	ΔL_{TS} dB	Pegelkorrektur zur Umrechnung von Norm-Trittschallpegeln in Standard-Trittschallpegel in Abhängigkeit vom Volumen des Empfangsraums. $\Delta L_{TS} = L'_{nT} - L'_n$

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Energetischer Standard-Trittschall-Summenpegel <i>Somme énergétique des niveaux de pression du bruit de choc standardisé</i>	$L'_{nT,sum}$ dB	Energetische Summation gemäss ISO 717-2 für die in den einzelnen Terzbändern im Frequenzbereich von 100 bis 2500 Hz ermittelten Werte der Standard-Trittschallpegel L'_{nT} .
Gesamtwert für Trittschall <i>Valeur globale pour le bruit de choc</i>	L'_{tot} dB	Summe der Kennwerte, die in der jeweiligen Anforderung für Trittschall zu berücksichtigen sind.
Anforderungswert <i>Valeur limite</i>	L' dB	Anforderungswert für Trittschall.
Projektierungswert <i>Valeur de projet</i>	L'_d dB	Projektierungswert für Trittschall. $L'_d = L'_{tot} + K_P$

1.4 Körperschall

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Körperschall <i>Son solidien</i>		Elastische Wellen in einem festen Körper (z.B. Wände, Decken, Böden, Einbauten eines Hauses), deren Frequenzen im Hörbereich des menschlichen Gehörs liegen. Körperschall wird durch geeignete Oberflächen teilweise als Luftschall abgestrahlt und wird dann im Innern des Gebäudes hörbar. Ebenfalls zum Körperschall zu zählen sind elastische Wellen im Baugrund (z.B. verursacht durch einen vorbeifahrenden Zug). Solche können ebenfalls im Innern von Gebäuden als Luftschall hörbar werden.
Abgestrahlter Körperschall <i>Son solidien rayonné</i>		Geräusche, welche innerhalb oder ausserhalb eines Gebäudes durch Schwingungsvorgänge entstehen, ausschliesslich als Körperschall übertragen und im Innern des Gebäudes als Luftschall gehört werden.

1.5 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

Dieser Geräuschart werden neben den Geräuschen der eigentlichen Haustechnik auch Geräusche fester Einrichtungen im Gebäude wie z.B. Türen, Fenster, Bad- und Kücheneinrichtungen zugeordnet (siehe Anhang B).

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Funktionsgeräusch <i>Bruit produit par le fonctionnement des installations</i>		Geräusch haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude, dessen Intensität und zeitlicher Ablauf weitgehend unabhängig von der Art der Benutzung ist.
Benutzungsgeräusch <i>Bruit provoqué par l'utilisateur</i>		Geräusch haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude, dessen Intensität und zeitlicher Ablauf weitgehend von der Art der Benutzung abhängig ist.
Einzelgeräusch <i>Bruit de courte durée</i>		Geräusch mit einer Dauer von maximal 3 Minuten und einer geringen Häufigkeit des Auftretens im Verlaufe einer Tag- bzw. Nachtphase.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Dauergeräusch <i>Bruit continu</i>		Geräusch mit einer Dauer von mehr als 3 Minuten oder einer grossen Häufigkeit des Auftretens im Verlaufe einer Tag- bzw. Nachtphase.
Beurteilungspegel für Geräusche haustechnischer Anlagen <i>Niveau d'évaluation relatif au bruit des installations</i>	$L_{r,H}$ dB(A)	Mass zur Beurteilung der Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude. Die Ermittlung des jeweiligen Beurteilungspegels $L_{r,H}$ wird im Anhang B beschrieben.
Maximalpegel bei Einzelgeräusch <i>Niveau maximal du bruit de courte durée</i>	$L_{A,F}$ dB(A)	Mit der Zeitkonstante FAST ermittelter und mit dem A-Filter bewerteter Maximalpegel für Einzelgeräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude bei Verwendung der einfachen Messmethode.
Bewerteter Standardpegel bei Dauergeräusch <i>Niveau normalisé pondéré du bruit continu</i>	$L_{nT,A}$ dB(A)	Mit dem A-Filter bewerteter Gesamtpegel, ermittelt aus den Standard-Terzbandpegeln $L_{nT} = L - 10 \lg (T/T_0)$ unter Berücksichtigung der Nachhallzeiten T mit der Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5$ s für Dauergeräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude bei Anwendung der genaueren Messmethode.
Pegelskorrekturen für Geräusche haustechnischer Anlagen <i>Corrections de niveau relatives au bruit des installations</i>	$K1$	zur Berücksichtigung der Schallabsorption im Empfangsraum
	$K2$	zur Berücksichtigung der Tonhaltigkeit
	$K3$	zur Berücksichtigung der Impulshaltigkeit
	$K4$	zur Berücksichtigung von Unterschieden zwischen Original- und Simulationsgeräuschpegeln bei Benutzungsgeräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude (Zuordnung siehe Anhang B).
Gesamtwert für Geräusche haustechnischer Anlagen <i>Valeur globale du bruit des installations</i>	$L_{H,tot}$ dB(A)	Summe der Kennwerte, die in der jeweiligen Anforderung für Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude zu berücksichtigen sind.
Anforderungswert <i>Valeur limite</i>	L_H dB(A)	Anforderungswert für Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude.
Projektierungswert <i>Valeur de projet</i>	$L_{H,d}$ dB(A)	Projektierungswert bezogen auf Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude. $L_{H,d} = L_{H,tot} + K_P$

2 GRUNDSÄTZE

2.1 Allgemeines

- 2.1.1 Zur Beschreibung des Schallschutzes wird beim Luftschall die Schallpegeldifferenz zwischen zwei Innenräumen bzw. zwischen dem Aussen- und Innenraum verwendet, während in den übrigen Fällen der Schallpegel im Empfangsraum verwendet wird.
- 2.1.2 Die Nichterfüllung der Anforderungen an den Schallschutz gilt als Hinweis auf mögliche Projektierungs- oder Ausführungsfehler bzw. auf Abnutzungs- oder Alterungserscheinungen von Materialien, Bauteilen oder haustechnischen Anlagen bzw. von festen Einrichtungen im Gebäude. Bei der bauakustischen Auslegung von Bauteilen, haustechnischen Anlagen und festen Einrichtungen im Gebäude sind ausreichende Projektierungstoleranzen vorzusehen, um Abweichungen zwischen deklarierten (Labor-)Werten und am spezifischen Bauobjekt erreichbaren Messwerten zur sicheren Seite hin abfangen zu können.
- 2.1.3 Die Anforderungen gelten ohne Toleranzen.
- 2.1.4 Im Folgenden werden Anforderungen festgelegt für den Schallschutz gegen
- Aussenlärm (Luftschall, Körperschall),
 - Innenlärm zwischen Nutzungseinheiten (Luftschall, Trittschall, Körperschall, Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude).
- Für die Handhabung von Innenlärm innerhalb der gleichen Nutzungseinheit sind Empfehlungen in Anhang G angegeben.
- 2.1.5 Die Anforderungen sind einerseits nach der Lärmbelastung, andererseits nach der Lärmempfindlichkeit entsprechend der Raumnutzung abgestuft. Die Einstufung erfolgt anhand der Beschreibungen in der Tabelle 1 (Lärmempfindlichkeit) und in den Tabellen 3, 4, 5, 9 und 10 (Lärmbelastung) sowie in Tabelle 6 (Geräuschart). Der Grad der Störung ist in der Regel verbal umschrieben, kann aber in bestimmten Fällen auch durch einen Immissionspegel definiert sein.
- 2.1.6 Die Anforderungen sollen dafür sorgen, dass eine Mehrheit der Benutzer bei üblicher Nutzung vor erheblicher Störung geschützt wird (siehe Anhang H). Die Anforderungen stellen aber in jedem Fall einen Kompromiss zwischen Aufwand und Nutzen dar.
- 2.1.7 Keine Anforderungen gelten für den Schallschutz von Räumen, die planmässig nur kurzfristig durch Personen genutzt werden, wie Abstellräume, Treppenhäuser, Laubengänge, Einstellgaragen, Heizungs-, Haustechnik-, Hobbyräume usw.

2.2 Anforderungsstufen

2.2.1 Mindestanforderungen

Die Mindestanforderungen gewährleisten einen Schallschutz, der lediglich erhebliche Störungen zu verhindern vermag.

2.2.2 Erhöhte Anforderungen

Die erhöhten Anforderungen bieten einen Schallschutz, bei dem sich ein Grossteil der Menschen im Gebäude behaglich fühlt. Bei Doppel- und Reihen-Einfamilienhäusern sowie bei neu gebautem Stockwerkeigentum gelten die erhöhten Anforderungen.

2.2.3 Spezielle Anforderungen

Bei besonderen Nutzungen oder bei besonderen Schallschutzansprüchen (auch für einzelne Räume oder Lärmarten) sind spezielle Anforderungen festzulegen und zu vereinbaren. Spezielle Verhältnisse sind insbesondere dann gegeben, wenn die Lärmempfindlichkeit und/oder der Grad der emissionsseitigen Lärmbelastung erheblich nach oben oder unten von den angegebenen Beschreibungen abweichen. In jedem Fall sind die Anforderungen gemäss Ziffer 2.2.1 bzw. 2.2.2 einzuhalten.

Soll insbesondere auch in Räumen mit tiefem Grundgeräusch (unter 25 dB(A)) ein hohes Schallschutzniveau erreicht werden, wird empfohlen, Anforderungen zu vereinbaren, die mit Ausnahme von Bauteilen der Gebäudehülle angemessen über die erhöhten Anforderungen hinausgehen.

2.2.4 Verbindlichkeit

Die Anforderungsstufen sowie allfällige besondere Anforderungen an den Schallschutz sind vertraglich festzulegen (vgl. Anhang D.4).

2.3 Lärmempfindlichkeit

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt durch sinngemässe Interpretation der nachstehenden, als Beispiele aufgeführten Angaben.

Tabelle 1 Einstufung der Lärmempfindlichkeit nach der immissionsseitigen Raumart und Nutzung

Lärmempfindlichkeit	Beschreibung der immissionsseitigen Raumart und Raumnutzung (Empfangsraum)
gering	Räume für vorwiegend manuelle Tätigkeit; Räume, welche von vielen Personen oder nur kurzzeitig benützt werden. Beispiele: Werkstatt, Handarbeits-, Empfangs-, Warteraum, Grossraumbüro (bei Ausschluss späterer Unterteilung in mehrere Nutzungseinheiten oder Einzelbüros), Kantine, Restaurant, Küche ohne planmässige Wohnnutzung, Bad, WC, Verkaufsraum, Labor, Korridor.
mittel	Räume für Wohnen, Schlafen und für geistige Arbeiten. Beispiele: Wohn-, Schlafzimmer, Studio, Schulzimmer, Musikübungsraum, Wohnküche, Büroraum, Hotelzimmer, Spitalzimmer ohne spezielle Ruheraumfunktion.
hoch	Räume für Benutzer mit besonders hohem Ruhebedürfnis. Beispiele: spezielle Ruheräume in Spitälern und Sanatorien, spezielle Therapieräume mit hohem Ruhebedarf, Lese-, Studierzimmer.

2.4 Volumenkorrektur C_V

Für Räume mit einem Volumen $V \geq 200 \text{ m}^3$ müssen Projektierungswerte bzw. Messergebnisse angepasst werden. Dies geschieht durch die ganzzahlige Volumenkorrektur C_V .

Tabelle 2 Volumenkorrektur C_V

Volumen V m^3	Volumenkorrektur C_V dB bzw. dB(A)
$V < 200$	0
$200 \leq V < 300$	2
$300 \leq V < 500$	3
$500 \leq V < 800$	4
$V \geq 800$	5

Zur Ermittlung bauakustischer Kennwerte werden Flächen und Volumen aus den Nettoabmessungen (Lichtmasse) bestimmt. Bei Festeinbauten wie Einbauschränken, Einbauküchen, abgehängten Akustikdecken usw. können dafür sinnvolle Abschätzungen getroffen werden. Im Rahmen von akustischen Nachweisen sollen solche Abschätzungen nachvollziehbar dargestellt sein.

3 ANFORDERUNGEN

3.1 Externe Quellen

3.1.1 Luftschall

3.1.1.1 BEURTEILUNGSGRÖSSEN

Als Mass für den Schutz gegen Luftschall von aussen dient die spektral angepasste, volumenkorrigierte bewertete Standard-Schallpegeldifferenz für die Gebäudehülle $D_{e,tot} = D_{nT,w} + C_{tr} - C_V$ (dB), gemessen am Bau.

Je nach Messverfahren (siehe Anhang B) ist für $D_{nT,w}$ einzusetzen: $D_{45°,nT,w}$ bzw. $D_{2m,nT,w}$

$D_{45°,nT,w}$ (dB) bewertete Standard-Schallpegeldifferenz für die Gebäudehülle

$D_{2m,nT,w}$ (dB) bewertete Standard-Schallpegeldifferenz gemäss ISO 140-5, Ziffer 5.6, und dort Anhang B

C_{tr} (dB) Spektrum-Anpassungswert gemäss ISO 717-1 bzw. Anhang B.6 für den Frequenzbereich von 100 bis 3150 Hz

C_V (dB) Volumenkorrektur gemäss Ziffer 2.4

3.1.1.2 MINDESTANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN LUFTSCHALL VON AUSSEN

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Ziffer 2.3. Der Grad der Lärmbelastung durch Aussenlärm wird durch den Beurteilungspegel L_r für die Beurteilungsperioden Tag und Nacht gemäss den Vorschriften der LSV erfasst. Die Beurteilungspegel werden als ganzzahlige Grössen aus Messungen ermittelt oder mit anerkannten Methoden berechnet. Massgebend ist die strengere der beiden Anforderungen für die Beurteilungsperioden Tag bzw. Nacht. Für Räume, in denen sich Personen planmässig in der Regel nur am Tag oder in der Nacht aufhalten, bestimmt der entsprechende Aufenthaltszeitraum die Anforderung. Zur Einhaltung der Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von aussen muss mit den Beurteilungsgrössen gemäss Ziffer 3.1.1.1 und den Anforderungswerten gemäss Tabelle 3 gelten: $D_{e,tot} \geq D_e$ (dB).

Tabelle 3 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von aussen

Lärmbelastung	Grad der Störung durch Aussenlärm			
	klein bis mässig		erheblich bis sehr stark	
Lage des Empfangsortes	abseits von Verkehrsträgern, keine störenden Betriebe		im Bereich von Verkehrsträgern oder störenden Betrieben	
Beurteilungsperiode	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Beurteilungspegel dB(A)	$L_r \leq 60$	$L_r \leq 52$	$L_r > 60$	$L_r > 52$
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte D_e			
gering	22 dB	22 dB	$L_r - 38$ dB	$L_r - 30$ dB
mittel	27 dB	27 dB	$L_r - 33$ dB	$L_r - 25$ dB
hoch	32 dB	32 dB	$L_r - 28$ dB	$L_r - 20$ dB

3.1.1.3 ERHÖHTE ANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN LUFTSCHALL VON AUSSEN

Es gelten die um 3 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 3.

3.1.1.4 HINWEISE ZU KONSTRUKTIONSBEDINGTEN MINDERUNGEN DER SCHALLDÄMMUNG VON AUSSENBAUTEILEN

Bei der bauakustischen Dimensionierung von Aussenbauteilen sind neben Wand- und Fensterbauteilen auch mögliche Schwachstellen für die Schalldämmung wie Storen- und Rollladenkästen, Rahmenverbreiterungen, Zu- und Abluftöffnungen und Anschlussfugen usw. zu berücksichtigen.

Auch bei Schlafräumen an lärmexponierten Fassaden ist eine ausreichende Frischluftzufuhr zu gewährleisten (vgl. Norm SIA 180). Insbesondere bei mechanischen Lüftungsanlagen bzw. Einzelraumlüftern sind durch Schalldämpfer u.a. lokale Störungen durch direkten Luftschalleintritt aus externen Quellen zu verhindern.

3.1.2 **Abgestrahlter Körperschall**

3.1.2.1 Beispiele für Quellen ausserhalb des Gebäudes sind:

- Anlagen des öffentlichen oder privaten Verkehrs,
- Einrichtungen und Maschinen in Industrie und Gewerbe,
- Rollgeräusche von innerbetrieblichen Transporteinrichtungen und Transportwagen,
- Einschlagen von Rammgut auf Baustellen,
- Sprengarbeiten,
- Veranstaltungsräume,
- Freizeitanlagen wie Fitnessräume oder Diskotheken (siehe auch Anhang A).

3.1.2.2 Abgestrahlter Körperschall infolge externer Quellen lässt sich durch nachträgliche sehr aufwendige Verbesserungen am Gebäude teilweise reduzieren. Die dynamischen Eigenschaften eines Gebäudes und jene des Untergrundes spielen für die Wahrnehmbarkeit von extern verursachtem Körperschall eine besonders wichtige Rolle. Abgestrahlter Körperschall wird in der Regel im ganzen Gebäude wahrgenommen und wirkt selbst bei geringen Pegeln stark belästigend.

3.1.2.3 Bestehende Quellen und die Übertragung des Körperschalls bis ans Gebäude stehen nicht im Einflussbereich der Bauverantwortlichen.

3.1.2.4 Eine Beurteilung soll nach der künftigen eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen vorgenommen werden.

3.2 **Interne Quellen**

3.2.1 **Luftschall**

3.2.1.1 BEURTEILUNGSGRÖSSEN

Als Mass für den Schutz gegen Luftschall von innen, zwischen Nutzungseinheiten, dient die spektral angepasste, volumenkorrigierte Schallpegeldifferenz $D_{i,tot} = D_{nT,w} + C - C_V$ (dB), gemessen am Bau.

$D_{nT,w}$ (dB) bewertete Standard-Schallpegeldifferenz

C (dB) Spektrum-Anpassungswert gemäss ISO 717-1 für den Frequenzbereich von 100 bis 3150 Hz

C_V (dB) Volumenkorrektur gemäss Ziffer 2.4

Die Messung der Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ am Bau erfolgt gemäss ISO 140-4. Weitere Hinweise dazu finden sich im Anhang B.

3.2.1.2 MINDESTANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN LUFTSCHALL VON INNEN

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Ziffer 2.3. Der Grad der Lärmbelastung kann mit Hilfe der Beispiele in Tabelle 4 eingestuft werden.

Zur Einhaltung der Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen gilt mit den Beurteilungsgrössen gemäss Ziffer 3.2.1.1 und den Anforderungswerten gemäss Tabelle 4: $D_{i,tot} \geq D_i$ (dB)

Tabelle 4 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen

Lärmbelastung	klein	mässig	stark *	sehr stark *
Beispiele für emissionsseitige Raumart und Nutzung (Senderraum)	Geräuscharme Nutzung: Lese-, Wartezimmer, Patientenzimmer, Sanitätszimmer, Archiv	Nutzung normal: Wohn-, Schlafraum, Küche, Bad, WC, Korridor, Aufzugsschacht, Treppenhaus, Büroraum, Konferenzraum, Labor, Verkaufsraum ohne Beschallung	Lärmige Nutzung: Hobbyraum, Versammlungsraum, Schulzimmer, Kinderkrippe, Kindergarten, Heizung, Einstellgarage, Maschinenraum, Restaurant ohne Beschallung, Verkaufsraum mit Beschallung und dazugehörige Erschliessungsräume	Lärmintensive Nutzung: Gewerbebetrieb, Werkstatt, Musikübungsraum, Turnhalle, Restaurant mit Beschallung und dazugehörige Erschliessungsräume
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte D_i **			
gering	42 dB	47 dB	52 dB	57 dB
mittel	47 dB	52 dB	57 dB	62 dB
hoch	52 dB	57 dB	62 dB	67 dB

* Sonderregelungen für spezielle Nutzungen (siehe Ziffer 3.2.1.4).

** Sonderregelungen für spezielle Zugänge (siehe Ziffer 3.2.1.5).

3.2.1.3 ERHÖHTE ANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN LUFTSCHALL VON INNEN

Es gelten die um 3 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 4.

3.2.1.4 SONDERREGELUNGEN FÜR SPEZIELLE NUTZUNGEN

Neben der Erfüllung der Anforderungen nach Ziffer 3.2.1.2 bzw. 3.2.1.3 sind für Lokale mit Musik und Produktionsbetriebe mit erheblichen tieffrequenten Emissionen o.Ä. bei Nachtbetrieb (19.00 bis 07.00 h) zusätzlich die Anforderungen gemäss Anhang A zu erfüllen.

3.2.1.5 SONDERREGELUNGEN FÜR SPEZIELLE ZUGÄNGE

Die Anforderung für einen direkt erschlossenen Raum einer Nutzungseinheit gegenüber einem Treppenhaus, einem Liftschacht oder einem Korridor, welche ausschliesslich dem Zugang zu den angrenzenden gleichartigen oder bezüglich Lärmbelastungen gleich eingestufteten Räumen anderer Nutzungseinheiten dienen, darf die Werte gemäss Tabelle 4 bzw. die entsprechenden erhöhten Anforderungen unterschreiten. In beiden Fällen gilt ein Anforderungswert $R'_w + C \geq 37$ dB für Türen und Verglasungen.

3.2.2 Trittschall

3.2.2.1 BEURTEILUNGSGRÖSSE

Als Mass für den Schutz gegen Trittschallübertragung wird der spektral angepasste, volumenkorrigierte bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{tot} = L'_{nT,w} + C_I + C_V$ (dB) verwendet.

$L'_{nT,w}$ (dB) bewerteter Standard-Trittschallpegel

C_I (dB) Spektrum-Anpassungswert gemäss ISO 717-2 für den Frequenzbereich von 100 bis 2500 Hz; gilt nur für $C_I > 0$; für negative Werte gilt $C_I = 0$

C_V (dB) Volumenkorrektur gemäss Ziffer 2.4

Die Messung des Standard-Trittschallpegels am Bau erfolgt gemäss ISO 140-7. Details zur Messung sind im Anhang B angegeben.

3.2.2.2 MINDESTANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN TRITTSCHALL

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Ziffer 2.3. Der Grad der Lärmbelastung kann mit Hilfe der Beispiele in Tabelle 5 eingestuft werden.

Zur Einhaltung der Mindestanforderungen an den Schutz gegen Trittschall gilt mit den Beurteilungsgrössen gemäss Ziffer 3.2.2.1 und den Anforderungswerten gemäss Tabelle 5: $L'_{tot} \leq L'$ (dB).

Tabelle 5 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Trittschall

Lärmbelastung	klein	mässig	stark	sehr stark
Beispiele für emissionsseitige Raumart und Nutzung (Senderraum)	Archiv, Warte-, Leserraum	Wohn-, Schlafraum, Küche, Bad, WC, Büro, Heiz- und Klimaraum, Korridor, Treppe, Laubengang, Passage, Terrasse, Einstellgarage	Restaurant, Saal, Schulzimmer, Kinderkrippe, Kindergarten, Turnhalle, Werkstatt, Musikübungsraum und zugehörige Erschliessungsräume	Die in der Stufe «stark» festgehaltenen Nutzungen, wenn diese auch in der Nacht von 19.00 h bis 07.00 h vorkommen
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte L'			
gering	63 dB	58 dB	53 dB	48 dB
mittel	58 dB	53 dB	48 dB	43 dB
hoch	53 dB	48 dB	43 dB	38 dB

3.2.2.3 ERHÖHTE ANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN TRITTSCHALL

Für Neubauten gelten die um 3 dB verringerten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 5.

3.2.2.4 SONDERREGELUNG FÜR UMBAUTEN

Für Umbauten gelten die um 2 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 5 bzw. nach Ziffer 3.2.2.3.

3.2.2.5 SONDERREGELUNG FÜR BALKONE

Für Trittschallübertragungen von Balkonen in Räume anderer Nutzungseinheiten gelten die Lärmbelastung «klein» und um 5 dB erhöhte Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 5 bzw. nach Ziffer 3.2.2.3, d.h. jeweils um 5 dB verminderte Anforderungen für L' (dB).

3.2.2.6 SONDERREGELUNGEN FÜR SPEZIELLE NUTZUNGEN

Neben der Erfüllung der Anforderungen nach Ziffer 3.2.2.2 bzw. 3.2.2.3 sind für Lokale mit Musik und Produktionsbetriebe mit erheblichen tieffrequenten Emissionen o.Ä. bei Nachtbetrieb (19,00 bis 07.00 h) zusätzlich die Anforderungen gemäss Anhang A zu erfüllen.

3.2.3 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

3.2.3.1 ALLGEMEINES

Als Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude gelten alle Funktionsgeräusche und die im Anhang B definierten Benutzungsgeräusche sowie Geräusche aus Industrie und Gewerbe im gleichen Gebäude. Ausgenommen sind Geräusche, die unter andere Ziffern dieser Norm fallen oder gemäss Nachbarrecht nach dem Zivilgesetzbuch (ZGB) zu beurteilen sind.

3.2.3.2 BEURTEILUNGSGRÖSSE

Als Mass für den Schutz zwischen Nutzungseinheiten gegenüber Geräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude dient der A-bewertete Beurteilungspegel mit Volumenkorrektur: $L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V$ in dB(A)

$L_{r,H}$ in dB(A) Beurteilungspegel für Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

C_V in dB(A) Volumenkorrektur gemäss Ziffer 2.4

Die Ermittlung am Bau des Beurteilungspegels für Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude erfolgt nach den Anweisungen im Anhang B.

3.2.3.3 MINDESTANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN GERÄUSCHE HAUSTECHNISCHER ANLAGEN UND FESTER EINRICHTUNGEN IM GEBÄUDE

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Ziffer 2.3. Die Geräuscharten sind in die Rubriken gemäss Tabelle 6 eingeteilt (siehe auch Beispiele in Tabelle 7).

Zur Einhaltung der Mindestanforderungen an den Schutz gegen Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude gilt mit den Beurteilungsgrössen gemäss Ziffer 3.2.3.2 und den Anforderungswerten gemäss Tabelle 6: $L_{H,tot} \leq L_H$ in dB(A).

Tabelle 6 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

emissionsseitige Geräuschart (Senderraum)	Einzelgeräusche		Dauergeräusche Funktions- oder Benutzungsgeräusche
	Funktionsgeräusche	Benutzungsgeräusche	
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte L_H		
gering	38 dB(A)	43 dB(A)	33 dB(A)
mittel	33 dB(A)	38 dB(A)	28 dB(A)
hoch	28 dB(A)	33 dB(A)	25 dB(A)

3.2.3.4 ERHÖHTE ANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN GERÄUSCHE HAUSTECHNISCHER ANLAGEN UND FESTER EINRICHTUNGEN IM GEBÄUDE

Es gelten die um 3 dB(A) verringerten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 6. Dazu gilt 25 dB(A) als Kleinstwert.

3.2.3.5 SONDERFALL MISCHNUTZUNGEN

Sind in einem Gebäude getrennte Nutzungseinheiten für Wohnungen und für Industrie oder Gewerbe vorgesehen, so gelten in allen Anforderungsstufen für den Schutz der Wohnungen gegenüber Geräuschen aus der gewerblichen Nutzung die um 5 dB verschärften Anforderungen gegenüber den Werten nach Tabelle 6 bzw. nach Ziffer 3.2.3.4. Dazu gilt 25 dB(A) als Kleinstwert. Wenn für eine gewerbliche Nutzung sichergestellt wird, dass nicht mit erhöhter Lärmemission aus manuellen Tätigkeiten, Apparatebetrieb oder Publikumsverkehr usw. zu rechnen ist (nicht störende Betriebe), kann auf die Verschärfung der Anforderungen um 5 dB verzichtet werden.

3.2.3.6 SONDERFALL AUSSCHLIESSLICHE TAGESNUTZUNG

Je nach Anforderungsstufe (siehe Ziffer 2.2) dürfen die Anforderungswerte gemäss Tabelle 6 für L_H in der Nachtphase (19.00 bis 07.00 h) nicht überschritten werden. Wenn zweifelsfrei sichergestellt ist, dass Störgeräusche nur in der Tagphase (07.00 bis 19.00 h) auftreten können, gelten jeweils um 5 dB(A) erhöhte Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 6 bzw. gemäss Ziffer 3.2.3.4, d.h. um 5 dB(A) verminderte Anforderungen für L_H in dB(A).

3.2.3.7 NORMATIVE HINWEISE

3.2.3.7.1 Die Anforderungen gelten dem Schutz vor Geräuschen, die bei der Funktion und Benützung von Sanitär- und Kücheneinrichtungen sowie von haustechnischen Anlagen und festen Einrichtungen im Gebäude entstehen und dabei in anderen Nutzungseinheiten Störungen verursachen können. Empfehlungen zur Verminderung von Störungen aus der selbst verwendeten Nutzungseinheit werden in Anhang G aufgeführt.

3.2.3.7.2 Die Anforderungen müssen von sämtlichen Geräuschquellen für sich allein erfüllt sein. Wenn mehrere Geräusche dabei planmässig zusammen auftreten, so ist deren Störwirkung durch energetische Pegelsummation zu berücksichtigen. Ausgenommen sind Betriebszustände, welche nur ohne Anwesenheit von Personen vorgesehen sind, nur in Ausnahmefällen vorkommen (z.B. Hochwasserpumpe, Notstromaggregat) oder per Vereinbarung ausgeschlossen sind.

3.2.3.7.3 Abgestrahlter Körperschall aus Industrie und Gewerbe (Sonderfall Mischnutzung) soll zusätzlich zum Nachweis gemäss Ziffer 3.2.3.5 nach der künftigen eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen beurteilt werden (siehe Ziffer 3.2.4).

3.2.3.8 BEISPIELE FÜR GERÄUSCHARTEN

Tabelle 7 Einteilung der emissionsseitigen Geräusche (Senderraum)

Einzelgeräusche	<p><i>Funktionsgeräusche</i> Waschtisch, Spülbecken und Badewanne füllen bzw. auslaufen lassen; Klosett spülen inklusive Spülvorgang auslösen; Betriebsgeräusche von Wasser- und Abwasserinstallationen; An-, Um-, Abstellen von Ventilen und sonstigen Armaturen; Aufzugsanlagen; Geräusche automatisch betätigter Garagentore, Türschliesser oder Storenanlagen; Schaltgeräusche elektrischer Anlagen</p> <p><i>Benutzungsgeräusche</i> Dusche und Badewanne nutzen; Klosettsitz (Deckel, Brille) fallen lassen; Pfannen und Geschirr auf Arbeitsflächen abstellen; Schrankauszüge und Schranktüren betätigen; Garagentore, Drehflügel-Eingangstüren, Schiebetüren und -fenster, Storen, Cheminéeeklappen, -gitter, -türen und Backofenklappen manuell betätigen</p>
Dauergeräusche	<p><i>Funktionsgeräusche</i> Betrieb von Lüftungs- und Klimaanlage, Geschirrspüler, Waschmaschine, Tumbler, Kühlanlage, Ventilator, Heizung, Kompressor, Wärmepumpe, Whirlpool, Dachentwässerung</p> <p><i>Benutzungsgeräusche</i> Geräusche gewerblicher Einrichtungen mit manueller Betätigung</p>

3.2.3.9 BEMERKUNGEN

3.2.3.9.1 Bei Geräuschquellen, die in Tabelle 7 nicht genannt sind, ist die Zuordnung sinngemäss vorzunehmen.

- 3.2.3.9.2 Bei der Messung von Benutzungsgeräuschen als Einzelgeräuschen erfolgt die Anregung einzelner, in Anhang B, Tabelle 12, definierter Einrichtungen durch Simulation mit dem EMPA-Pendelfallhammer (siehe Ziffer B.3.5). Zur Erzeugung weiterer dort aufgeführter Benutzungsgeräusche als Einzelgeräusche sind Handbetätigungen vorgesehen.
- 3.2.3.9.3 Die zugehörigen Messverfahren und Pegelkorrekturen K_i sind in Anhang B beschrieben. Hinsichtlich der zu berücksichtigenden Benutzungsgeräusche in Wohnbereichen ist die Auflistung im Anhang B abschliessend, da die zugehörigen Messungen nur eine ausreichende akustische Entkoppelung der haustechnischen Anlagen und festen Einrichtungen im Gebäude von den übrigen Bauteilen bzw. vom Baukörper und nicht alle möglichen Geräusche nachweisen sollen.
- 3.2.3.9.4 Der Einfluss individuellen Nutzerverhaltens auf die Benutzungsgeräusche ist nicht Gegenstand dieser Norm. Beispielsweise erfordern das Schliessen von Türen mit fachgerechten Dichtungen oder das Befüllen oder Reinigen von Cheminées erhöhte Rücksichtnahme zur Vermeidung erheblicher Störungen der Nachbarschaft.
- 3.2.3.9.5 Zur Beurteilung von Benutzungs- und Funktionsgeräuschen aus Industrie oder Gewerbe im selben Gebäude sind repräsentative Betriebszustände auszuwählen, zu messen und allfällig in ungünstiger Kombination, wenn gleichzeitiges Auftreten realistisch ist, zu bewerten.
- 3.2.3.9.6 Konstruktionsbedingte Geräusche, die beispielsweise aus plötzlicher Entlastung von Zwängungen entstehen können, sind sinngemäss wie Funktionsgeräusche zu beurteilen.
- 3.2.3.9.7 Dagegen werden Geräusche, die bei direkter meteorologischer Einwirkung auf die Gebäudehülle entstehen, wie Regen und Wind, nicht von dieser Norm erfasst.

3.2.4 **Abgestrahlter Körperschall aus Industrie und Gewerbe**

- 3.2.4.1 Beispiele für Quellen innerhalb des Gebäudes sind:
 - Einrichtungen und Maschinen in Industrie und Gewerbe,
 - manuelle Tätigkeiten in Industrie und Gewerbe,
 - innerbetriebliche Lastentransporte,
 - Veranstaltungsräume,
 - Freizeitanlagen wie Fitnessräume oder Diskotheken (siehe auch Anhang A).
- 3.2.4.2 Abgestrahlter Körperschall infolge interner Quellen lässt sich durch Massnahmen an der Körperschallquelle im betroffenen Gebäude reduzieren. Die dynamischen Eigenschaften eines Gebäudes spielen für die Wahrnehmbarkeit von intern verursachtem Körperschall eine besonders wichtige Rolle. Abgestrahlter Körperschall wird in der Regel im ganzen Gebäude wahrgenommen und wirkt selbst bei geringen Pegeln stark belästigend.
- 3.2.4.3 Die Beurteilung soll entsprechend der künftigen eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen vorgenommen werden. Daneben sind die Anforderungen analog zu Ziffer 3.2.3 wie für Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude zu erfüllen.
- 3.2.4.4 Auf der Grundlage von Kenntnissen über die Körperschallquellen sind hinreichende Planungsunterlagen mit dem Ziel zu erstellen, unzumutbare Störungen im betroffenen Gebäude auszuschliessen. Die Anforderungen müssen von sämtlichen internen Körperschallquellen für sich – und wenn gleichzeitiges Wirken nicht ausgeschlossen wird, auch in energetischer Summation für gleichzeitige Körperschall-Einwirkungen – erfüllt sein.

3.3 Raumakustische Anforderungen an Unterrichtsräume und Sporthallen

3.3.1 Abgrenzung der Geltung

Der ordentliche Betrieb von Unterrichtsräumen und Sporthallen (ohne Publikum) setzt ein Mindestmass an Sprachverständlichkeit bzw. Hörsamkeit voraus. Zur entsprechenden raumakustischen Konditionierung müssen die Nachhallzeiten in diesen Räumen Randbedingungen einhalten, die für kleine und mittelgrosse Räume in der Norm DIN 18041 festgelegt sind und auszugsweise im Folgenden zitiert werden. Für den baulichen Schallschutz gelten ausschliesslich die Regelungen der Norm SIA 181.

3.3.2 Nachhallzeiten für Unterrichtsräume und Sporthallen

In Anlehnung an DIN 18041 werden die Nachhallzeiten T_{soll} festgelegt für Unterrichtsräume bis 500 m³ und für Sporthallen von 2000 bis 8500 m³ (ohne Publikum, normale Nutzung durch eine Klasse oder Gruppe). Die nachfolgenden Sollwerte der Nachhallzeiten gelten für die Situation, bei der die Belegung des Raumes mindestens 80% der normalen Belegung entspricht.

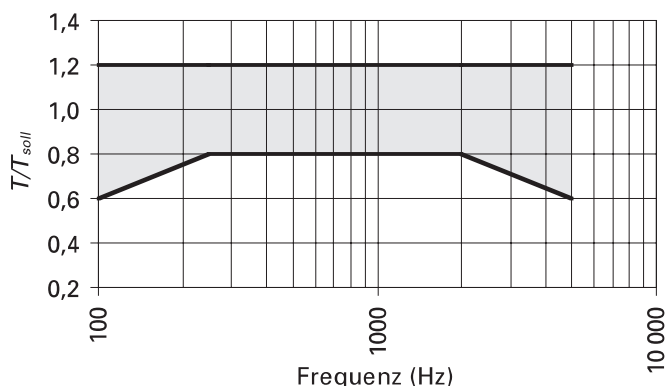
3.3.2.1 SOLLWERT DER NACHHALLZEIT FÜR UNTERRICHTSRÄUME

Räume mit $V \leq 500 \text{ m}^3$ $T_{soll} = -0,17 + 0,32 \lg(V/V_0)$ (s) $V_0 = 1 \text{ m}^3$

Beispiele: für 60 m³ ist $T_{soll} = 0,4$ s; für 500 m³ ist $T_{soll} = 0,7$ s

Für Unterrichtsräume (Sprache) sollen sich die anzustrebenden Nachhallzeiten im Frequenzbereich 100 bis 5000 Hz im Toleranzbereich (bezogen auf T_{soll}) gemäss Figur 1 befinden.

Figur 1 Anzustrebender Bereich der Nachhallzeiten für Sprache



3.3.2.2 SOLLWERT DER NACHHALLZEIT FÜR SPORTHALLEN

Für Sporthallen mit $2000 \text{ m}^3 \leq V \leq 8500 \text{ m}^3$ $T_{soll} = -2,49 + 1,27 \lg(V/V_0)$ (s) $V_0 = 1 \text{ m}^3$

Beispiele: für 2000 m³ ist $T_{soll} = 1,7$ s; für 5000 m³ ist $T_{soll} = 2,2$ s

Für Sporthallen darf der Sollwert T_{soll} im Frequenzbereich zwischen 250 und 2000 Hz um nicht mehr als 20% überschritten werden (von DIN 18041 abweichende Festlegung). Kürzere Nachhallzeiten sind vorzuziehen.

Für grössere Sporthallen ($V > 8500 \text{ m}^3$) werden Sollwerte T_{soll} im Frequenzbereich zwischen 250 und 2000 Hz von maximal 2,5 s empfohlen (von DIN 18041 abweichende Festlegung). Kürzere Nachhallzeiten sind vorzuziehen.

3.3.2.3 NACHHALLZEITEN BEI WEITEREN NUTZUNGEN, MISCHNUTZUNGEN UND SPORTHALLEN MIT PUBLIKUM

Für Projektierungen hierzu ist DIN 18041 im Originaltext heranzuziehen.

3.3.3 **Hinweise zur Hörsamkeit in Räumen**

Bei der Hörsamkeit geht es um die Eignung eines Raumes insbesondere für eine angemessene sprachliche Kommunikation und für musikalische Darbietungen. Die Hörsamkeit in einem Raum wird vorwiegend beeinflusst durch

- die geometrische Gestaltung des Raumes,
- die Auswahl und Verteilung von schallabsorbierenden und reflektierenden Flächen,
- die Nachhallzeit,
- den Gesamtstörschalldruckpegel,
- die Qualität einer allfälligen Sprachbeschallung.

4 NACHWEISE

4.1 Allgemeines

4.1.1 Prognosen

4.1.1.1 Prognosen für den Schallschutz am Bau können erbracht werden

- durch eigene Mittel (einfache numerische Rechenverfahren; Erfahrung),
- durch Berechnung mit Verfahren gemäss den Normen EN 12354-1 bis 3 unter Berücksichtigung der Schallnebenwegübertragungen (siehe Anhang F).

4.1.1.2 Prognosewerte im Sinne von bewerteten Einzahl-Kennwerten sollen einen angemessenen Projektierungszuschlag K_P in dB bzw. dB(A) aufweisen, damit die Einhaltung der Anforderungen unter Berücksichtigung z.B. abweichender Abmessungen gegenüber Laborprüfkörpern, üblicher Bauimperfectionen und Alterungseffekten auch bei Kontrollmessungen am Bau mit hoher Wahrscheinlichkeit erreichbar ist. Die gewählten Projektierungszuschläge sind zahlenmässig auszuweisen.

4.1.1.3 Planmässige Schallnebenwegübertragungen (Flankenübertragungen) sind in den Prognosewerten zusätzlich zum Projektierungszuschlag zu berücksichtigen. Das geschieht für den Luft- bzw. Trittschallschutz entweder durch Anwendung der Prognoseverfahren nach der Normenreihe EN 12354 oder aber durch Abschätzung nach Erfahrung aus dem Vergleich zwischen Labor-Messergebnissen und Ergebnissen aus Messungen am Bau für gleichartige Bauteile mit vergleichbaren Einbaubedingungen. Zur Prognose der Bauteilkennwerte für die Bausituation sind bei einer Abschätzung jeweils ausreichende Ab- bzw. Zuschläge K_F für Flankenübertragungen am Bau vorzusehen. Spektrum-Anpassungswerte und allfällige Volumenkorrekturen sind zusätzlich zu berücksichtigen.

4.1.1.3.1 Für den Schätzwert zum bewerteten Bau-Schalldämm-Mass gilt:

$$R'_w = R_w - K_F \text{ (dB)}$$

R_w bewertetes Schalldämm-Mass des im Labor mit unterdrückter Flankenübertragung gemessenen Bauteils

Damit kann die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ ermittelt werden:

$$D_{nT,w} = R'_w + 10 \lg (V/S) - 4,9 \text{ (dB)}$$

4.1.1.3.2 Für den Schätzwert zum bewerteten Norm-Trittschallpegel gilt:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_F \text{ (dB)}$$

$L_{n,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel des im Labor mit unterdrückter Flankenübertragung gemessenen Deckenbauteils

Damit kann der bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ ermittelt werden:

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \lg (V) + 14,9 \text{ (dB)}$$

4.1.1.3.3 Die Zusammenhänge zwischen R'_w und $D_{nT,w}$ bzw. $L'_{n,w}$ und $L'_{nT,w}$ sind im Anhang E beschrieben.

4.1.1.4 Zur Ermittlung der resultierenden Schalldämmung zusammengesetzter Bauteile gilt der folgende Zusammenhang bezüglich dem Luftschall interner Quellen für das resultierende spektral korrigierte bewertete Bau-Schalldämm-Mass:

$$(R'_w + C)_{res} = -10 \cdot \lg \sum_{j=1}^n \frac{S_j \cdot 10^{-(R'_w + C_j)/10 \text{ dB}}}{S_{res}} \text{ (dB)}$$

S_j Fläche des Bauteils j

S_{res} Gesamtfläche aller n Bauteile

Der analoge Formelzusammenhang gilt für Luftschall externer Quellen mit C_{tr} statt C .

4.1.2 Nachweis durch Messung am Bau

Die für die Nachweise massgebenden Mess- und Bewertungsnormen sind in Ziffer 0.2 und im Anhang B aufgeführt. Andere Verfahren sind nicht zugelassen. Gemäss dem Stand der Technik sind Terzbandmessungen vorzunehmen, auch wenn gemäss den normativen Verweisen noch Oktavbandmessungen zugelassen werden. Massgebend sind die Ergebnisse jeweils normgerecht am Bau durchgeführter Messungen.

4.1.3 Rundungsregeln

Wo die Einzahl-Bewertungsergebnisse als akustische Qualitätsgrössen infolge von Berechnungsschritten Kommastellen aufweisen, sind sie vor dem Vergleich nach den Regeln der Bewertungsnormen bzw. nach arithmetischen Regeln auf ganzzahlige Werte zu runden.

Zwischenergebnisse von Messauswertungen und akustischen Berechnungen sind vor der Ausführung von Rechenoperationen (z.B. vor energetischer Summation, Subtraktion, arithmetischer Mittelwertbildung) mit dem Ziel der Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit von Berechnungsergebnissen gemäss Tabelle 8 zu runden.

Tabelle 8 Rundungsregeln

Grösse	Symbol	Dimension	Zwischenwert-Rundung *
Schallpegel	L	dB, dB(A)	1 Nachkommastelle
Schalldämm-Masse	R, R'	dB	1 Nachkommastelle
Schallpegeldifferenzen	$D_{x,y}$	dB	1 Nachkommastelle
Nachhallzeit	T	s	2 Nachkommastellen
Absorptionsgrad	α	–	2 Nachkommastellen

* und tabellarische Ergebnisdarstellungen vor Ermittlung von Einzahlbewertungen

4.1.4 Mess- und Rechenunsicherheit

Für jeden Nachweis ist die Grösse der Mess- oder Berechnungsunsicherheit anzugeben. Ohne weitere Angaben wird darunter eine Schätzung der Standardabweichung verstanden.

4.2 Luftschall externer oder interner Quellen

4.2.1 Die Anforderungen an den Luftschallschutz gelten als erfüllt, wenn die mit zugehörigen Spektrum-Anpassungswerten spektral angepassten und volumenkorrigierten, jeweils durch Messung am Bau ermittelten bewerteten Standard-Schallpegeldifferenzen die jeweils massgebenden Anforderungswerte nicht unterschreiten.

4.2.2 Die spektral angepassten und volumenkorrigierten bewerteten Standard-Schallpegeldifferenzen $D_{e,tot} = D_{45^\circ,nT,w} + C_{tr} - C_V$ (dB) bzw. $D_{e,tot} = D_{2m,nT,w} + C_{tr} - C_V$ (dB) für die Gebäudehülle und $D_{i,tot} = D_{nT,w} + C - C_V$ (dB) zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten sind abhängig von

- den Schalldämmeigenschaften (R'_w), den spektralen Eigenschaften (C_{tr} , C) und Flächen der Einzelteile des Trennbauteils,
- der Gesamtfläche des Trennbauteils,
- dem Volumen des Empfangsraumes.

Die rechnerischen Beziehungen zwischen den bewerteten Standard-Schallpegeldifferenzen $D_{nT,w}$, $D_{45^\circ,nT,w}$, $D_{2m,nT,w}$ und dem bewerteten Bau-Schalldämm-Mass R'_w sind im Anhang E angegeben.

Für Prognosen bei internen Quellen ist nachzuweisen: $D_{i,d} = D_{i,tot} - K_P = D_{nT,w} + C - C_V - K_P \geq D_i$ (dB)

Für Kontrollen am Bauwerk bei internen Quellen ist nachzuweisen: $D_{i,tot} = D_{nT,w} + C - C_V \geq D_i$ (dB)

Für den Schallschutz in der Nacht gegenüber öffentlichen Lokalen bzw. Produktionsbetrieben gemäss Anhang A ist $C_{tr, 50-3150}$ statt C einzusetzen.

Für Prognosen bei externen Quellen ist nachzuweisen: $D_{e,d} = D_{e,tot} - K_P = D_{nT,w} + C_{tr} - C_V - K_P \geq D_e$ (dB)

Für Kontrollen am Bauwerk bei externen Quellen ist nachzuweisen: $D_{e,tot} = D_{nT,w} + C_{tr} - C_V \geq D_e$ (dB)

Dazu ist je nach Messverfahren für $D_{nT,w}$ einzusetzen: $D_{45^\circ,nT,w}$ bzw. $D_{2m,nT,w}$

- 4.2.3 Als Anhaltswert für die Luftschalldämmung eines einzelnen Trennbauteils wird das spektral angepasste bewertete Bau-Schalldämm-Mass $R'_w + C$ bzw. $R'_w + C_{tr}$ gemäss ISO 717-1 verwendet, welches die bauüblichen Nebenwegübertragungen einschliesst.

4.3 Trittschall

- 4.3.1 Die Anforderungen an den Trittschallschutz gelten als erfüllt, wenn der spektral angepasste, volumenkorrigierte bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{tot} = L'_{nT,w} + C_I + C_V$ (dB) die jeweils massgebenden Anforderungswerte nicht überschreitet. Darin ist für $C_I < 0$ zu setzen: $C_I = 0$.

- 4.3.2 Der spektral angepasste, volumenkorrigierte bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{tot} = L'_{nT,w} + C_I + C_V$ (dB) in einem Raum ergibt sich aus dem bewerteten Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ für den begehbaren Bauteil, dem Spektrum-Anpassungswert C_I und den volumen- und nachhallzeitbezogenen Korrekturen für den jeweiligen Empfangsraum. Die rechnerischen Beziehungen zwischen $L'_{nT,w}$ und $L'_{n,w}$ sind im Anhang E angegeben.

Für Prognosen ist nachzuweisen: $L'_d = L'_{tot} + K_P = L'_{nT,w} + C_I + C_V + K_P \leq L'$ (dB)

Werden in den Prognosen bewertete Trittschallminderungen ΔL_w gemäss ISO 140-8 und ISO 717-2 verwendet, die für Deckenaufbauten auf massiven Bezugsdecken im Prüfstand ermittelt wurden, so dürfen die Werte ΔL_w auch nur für Prognosen zu Deckenaufbauten mit Massivdecken angesetzt werden. Für abweichende Deckenaufbauten sind die zugehörigen Trittschallminderungen ΔL_w am speziellen System zu ermitteln bzw. sind die Kennwerte für das spezifische Gesamtsystem zu messen und in Prognosen zu verwenden.

Für Kontrollen am Bauwerk ist nachzuweisen: $L'_{tot} = L'_{nT,w} + C_I + C_V \leq L'$ (dB)

- 4.3.3 Als Mass für die Trittschalldämmung eines begehbaren Bauteils wird der spektral angepasste bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w} + C_I$ gemäss ISO 140-7 und ISO 717-2 verwendet, welcher die bauüblichen Nebenwegübertragungen einschliesst.

4.4 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

- 4.4.1 Die Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Beurteilungspegel mit Volumenkorrektur $L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V$ in dB(A) die jeweils massgebenden Anforderungswerte nicht überschreiten.

- 4.4.2 Der Beurteilungspegel $L_{r,H}$ in einem bestimmten Raum ergibt sich aus den gemessenen Luftschallpegeln, der Nachhallzeit bzw. der Korrektur zur Raumabsorption und allfälligen Korrekturen für Ton- und Impulshaltigkeit gemäss Anhang B. Für die Projektierung können Erfahrungswerte zu vergleichbaren Einbausituationen oder Messergebnisse aus Labors mit bauähnlicher Nebenwegübertragung herangezogen werden. Eine rein rechnerische Bestimmung ist zum Ausgabezeitpunkt dieser Norm nicht zuverlässig möglich.

Für Prognosen ist nachzuweisen: $L_{H,d} = L_{H,tot} + K_P = L_{r,H} + C_V + K_P \leq L_H$ in dB(A)

Für Kontrollen am Bauwerk ist nachzuweisen: $L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V \leq L_H$ in dB(A)

4.5 Abgestrahlter Körperschall

Die Anforderungen sind eingehalten, wenn der Beurteilungspegel des abgestrahlten Körperschalls mit Volumenkorrektur den betreffenden Zahlenwert nicht überschreitet. Der Nachweis ist nach der künftigen eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen bzw. den Bestimmungen für Geräusche haustechnischer Anlagen zu erbringen.

4.6 Nachhallzeit in Unterrichtsräumen und Sporthallen

Der Nachweis der Einhaltung von T_{soll} im Toleranzbereich gemäss Ziffer 3.3.2.1 bzw. 3.3.2.2 erfolgt entweder rechnerisch (z.B. gemäss der Norm EN 12354-6) oder messtechnisch gemäss den Vorschriften der Norm EN ISO 3382.

Anhang A (normativ)

Schallschutz in der Nacht gegenüber Lokalen mit Musik und Produktionsbetrieben mit tieffrequenten Emissionen

A.1 Allgemeines

- A.1.1 Grundsätzlich ist in einem Gebäude mit anderen Nutzungseinheiten die Einrichtung eines Lärm verursachenden öffentlichen Lokals oder Produktionsbetriebs mit tieffrequenten Emissionen (insbesondere mit nächtlichen Betriebszeiten) möglichst zu vermeiden, da für derartige Situationen erhebliche Nachbarschaftsstörungen kaum zu verhindern sind. Für die Fälle, in denen nicht darauf verzichtet werden soll, gelten die nachfolgenden Regelungen.
- A.1.2 Öffentliche Lokale, private Clubs usw., in denen Musik gespielt wird, verursachen in der Regel Störungen in anderen Nutzungseinheiten auf Grund erheblicher tieffrequenter Schallemissionen und allfällig später Öffnungszeiten (19.00 h bis 07.00 h). Als erhebliche tieffrequente Schallemissionen im Sinne dieses Anhangs gelten Geräusche mit einer Differenz zwischen den energieäquivalenten Dauerschallpegeln mit C-Bewertung $L_{Ceq(t)}$ dB(C) und mit A-Bewertung $L_{Aeq(t)}$ dB(A) über 5 dB, d.h. $L_{Ceq(t)}$ dB(C) – $L_{Aeq(t)}$ dB(A) > 5 dB.
- A.1.3 Analoges gilt für erheblich tieffrequenten Lärm verursachende Produktionsbetriebe, in denen auch nachts gearbeitet wird, mit $L_{Aeq(t)} > 75$ dB(A). Die Einstufung hierzu erfolgt nach Tabelle 9 sinngemäss entsprechend der jeweiligen Lärmbelastung.

A.2 Anforderungen an den Schutz gegen Luftschall

A.2.1 Beurteilungsgrössen

Als Mass für den Schutz gegen Luftschall zwischen einem Lokal mit Musik und anderen Nutzungseinheiten im selben oder in einem angrenzenden Gebäude dient die spektral angepasste bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{i50,tot} = D_{nT,w} + C_{tr,50-3150} - C_V$, gemessen am Bau.

A.2.2 Mindestanforderungen

- A.2.2.1 Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Ziffer 2.3. Der Grad der Lärmbelastung wird anhand des während einer Dauer t von mindestens 15 Minuten bis zur Erlangung gesicherter Mittelwerte gemessenen energieäquivalenten Dauerschallpegels $L_{Aeq(t)}$ dB(A) im Innern des Lokals oder des Produktionsbetriebs festgelegt. Dabei sind alle repräsentativen Nutzungs- bzw. Betriebszustände zu berücksichtigen. Eine Abschätzung zur Einstufung kann, wenn noch keine Messwerte vorliegen, mit Hilfe der Beispiele in Tabelle 10 erfolgen.
- A.2.2.2 Zur Einhaltung der Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen muss mit den Beurteilungsgrössen nach A.2.1 und Anforderungswerten nach Tabelle 9 gelten: $D_{i50,tot} \geq D_{i50}$ (dB).

Tabelle 9 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen D_{i50} aus Lokalen mit Musik

Lärmbelastung (emissionsseitig)	klein	mässig bis sehr stark
$L_{Aeq(t)}$ dB(A) nachts	< 75	≥ 75
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte D_{i50} (dB)	
gering	50	$L_{Aeq(t)} - 25$
mittel	55	$L_{Aeq(t)} - 20$
hoch	60	$L_{Aeq(t)} - 15$

Tabelle 10 Beispiele zu den Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen D_{i50} für Lokale mit Musik

Lärmbelastung und Beispiele für Lokalart (emissionsseitig)	mittel Restaurant oder Café mit erhöhtem Schallpegel	erheblich Pub, Bar	stark Nachtclub, Lokal mit sehr hohem Schallpegel	sehr stark Diskothek, Dancing, erheblich verstärkte Live-Musik
$L_{Aeq(t)}$ dB(A) nachts	75 bis 80	80 bis 85	85 bis 90	> 90
Lärmempfindlichkeit	Bereiche der Anforderungswerte D_{i50} (dB) nach Lokalart			
gering	50 bis 55	55 bis 60	60 bis 65	> 65
mittel	55 bis 60	60 bis 65	65 bis 70	> 70
hoch	60 bis 65	65 bis 70	70 bis 75	> 75

A.2.3 Erhöhte Anforderungen

Es gelten die um 3 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabellen 9 bzw. 10.

A.2.4 Sonderregelung bei massgeblich tieffrequenten Störungen

Für Situationen, in denen die Differenz zwischen den energieäquivalenten Dauerschallpegeln mit C-Bewertung $L_{Ceq(t)}$ dB(C) und mit A-Bewertung $L_{Aeq(t)}$ dB(A) einen Wert von 12 dB überschreitet, d.h. $L_{Ceq(t)}$ dB(C) – $L_{Aeq(t)}$ dB(A) > 12 dB, sind Zusatzmassnahmen zum Schutz gegen tieffrequenten Luftschall zu treffen und die Anforderungswerte D_{i50} um mindestens 3 dB zu erhöhen. Hierzu gelten also um mindestens 3 dB strengere Anforderungen als nach Tabelle 9.

A.3 Anforderungen an den Schutz gegen Trittschall

In Bezug auf den Trittschall $L'_{tot} = L'_{nT,W} + C_I + C_V$ zwischen dem öffentlichen Lokal und lärmempfindlichen Räumen im selben oder in einem angrenzenden Gebäude müssen die Anforderungen gemäss Ziffer 3.2.2 der Norm für sehr starke Lärmbelastung erfüllt sein.

Verfügt das öffentliche Lokal über eine Tanzfläche, so darf der von ihr ausgehende Trittschall einen um 10 dB tieferen Wert $L'_{tot} = L'_{nT,W} + C_I + C_V$, d.h. um 10 dB strengere Anforderungen, nicht überschreiten.

A.4 Anmerkungen

Die Messmethoden müssen den Schwierigkeiten hinsichtlich tiefer Frequenzen Rechnung tragen (vgl. Anhänge E 2.4 und E 3.3).

Die Anforderungen der Norm für eine sehr starke Lärmbelastung (vgl. Ziffer 3.2.1.2) entsprechen den in Tabelle 9 genannten Anforderungen für eine geringe Lärmbelastung unter Berücksichtigung einer Differenz $C_{tr, 50-3150} - C$ von –7 dB.

Anhang B (normativ)

Bemessung und Bewertung des Schallschutzes

B.1 Messung bauakustischer Kennwerte

Die nachfolgend beschriebenen Messverfahren sind in internationalen Normen detailliert beschrieben. Für alle Details müssen die zugehörigen Normen selbst konsultiert werden.

Bei der massgebenden Normenserie ISO 140 handelt es sich um klassische Verfahren, welche schon seit Jahrzehnten verwendet werden. Seit ca. 1990 zeichnet sich eine Modernisierung dieser Methoden durch Verwendung der MLS-Technik ab. Diese verwendet besondere Pulsfolgen (maximum length sequence) als Sendesignale, was erhebliche Vorteile bringt. Die Einführung dieser Technik in die internationale Normung ist in Vorbereitung. Die vorliegende SIA-Norm erklärt im Voraus die Verwendung der MLS-Technik für gültig, sofern der Nachweis geführt wurde, dass in Standard-situationen gleichwertige Resultate erzielt werden.

B.1.1 Messung des Schalldämm-Masses R im Labor

Die Messung der Schallübertragung durch Bauteile und die Bestimmung des Schalldämm-Masses R erfolgt im Labor in Prüfständen mit unterdrückter Flankenübertragung und mit definierten Nachhallzeiten (ISO 140-3). Im Senderaum wird ein breitbandiges Geräusch erzeugt und spektral gemessen. Im Empfangsraum wird der durchgetretene Schall spektral gemessen, die Differenz der Pegel bestimmt und auf eine feste Bauteilfläche sowie äquivalente Absorptionsfläche normiert. Das daraus ermittelte Schalldämm-Mass R ist eine Bauteilkenngrösse. Die Bewertung nach ISO 717-1 liefert als Resultat das bewertete Schalldämm-Mass R_w und die Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} .

B.1.2 Ermittlung der bewerteten Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ am Bau

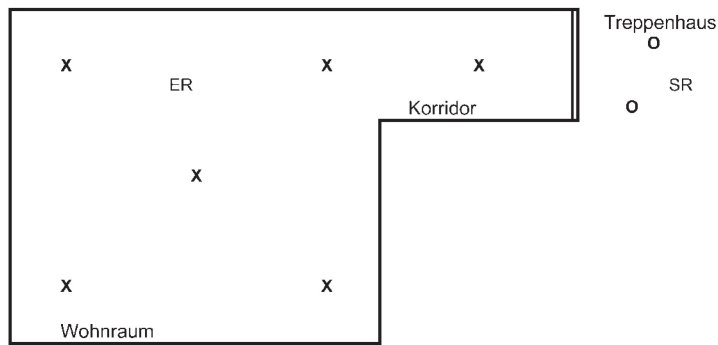
B.1.2.1 Die Messung der Standard-Schallpegeldifferenz D_{nT} im Bau erfolgt gemäss ISO 140-4, die Bewertung nach ISO 717-1. Im Sende- und im Empfangsraum werden die räumlichen und zeitlichen Mittelwerte der Pegel gemessen. Der mittlere Empfangspegel wird auf die Bezugsnachhallzeit T_0 von 0,5 s normiert.

B.1.2.2 Die in der Norm festgelegte Anzahl der Lautsprecher- und Mikrofonpositionen sowie die Mindestabstände untereinander und von festen Raumbegrenzungsflächen müssen exakt eingehalten werden. Erfolgt die Messung mit einem abweichenden Verfahren, darf bei der Weitergabe des Resultats kein Bezug auf die vorliegende SIA-Norm gemacht werden.

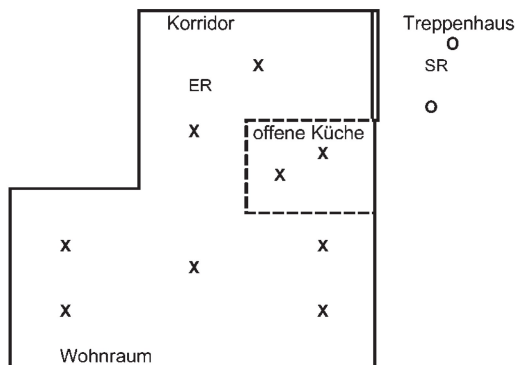
B.1.2.3 Besondere Probleme treten auf, wenn der Empfangsraum offen und sein Volumen undefiniert ist. Dies ist in modernen Grundrissen nicht selten der Fall. Dann ist eine wesentliche Voraussetzung der Messmethode nicht mehr erfüllt (konstante Energiedichte im ganzen Raum), und das Ergebnis kann falsch werden. In solchen Fällen muss der Raum behelfsmässig geschlossen oder eine untere Schranke von D_{nT} unter Berücksichtigung der Pegel in der Nähe des Trennbauteils abgeschätzt werden. In der Regel werden kleinere, offen an grössere angeschlossene Räume vereinfachend den grösseren Räumen und der massgeblichen Nutzung zugerechnet (z.B. Zuordnung eines offenen angeschlossenen Küchen- und Essbereichs zum Wohnbereich mit Anforderungen wie für Wohnräume).

B.1.2.4 In ISO 140-14 werden zahlreiche Beispiele für prinzipielle Messanordnungen bei speziellen Raum-anordnungen aufgezeigt. Die folgenden Messanordnungen gelten im Grundriss (Figuren 2 bis 5) für gegenüber dem Treppenhaus bzw. Aussenkorridoren direkt erschlossene Räume und für einen möglichen Doppel- oder Reihenhausquerschnitt nach Figur 6 in Anlehnung an ISO 140-14.

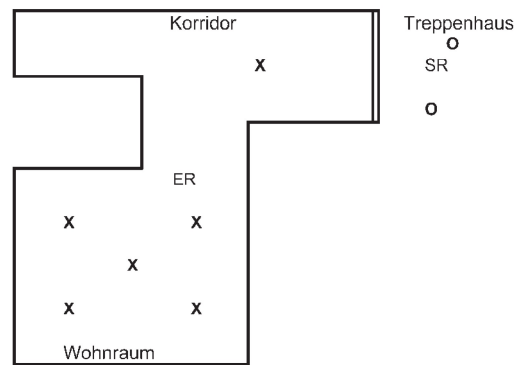
Figur 2 Wohnraum mit offen angeschlossenem Korridor



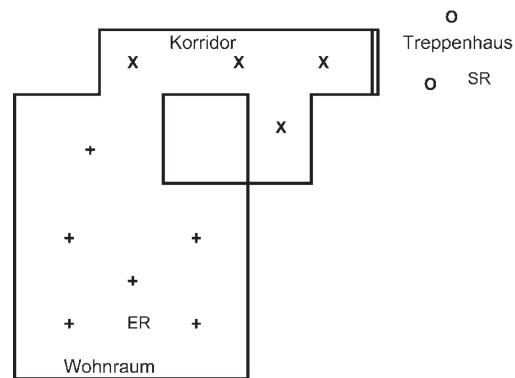
Figur 3 Wohnraum mit offener Küche und offen angeschlossenem Korridor



Figur 4 Wohnraum mit teilweise offenem Korridor



Figur 5 Wohnraum mit überwiegend geschlossenem Korridor

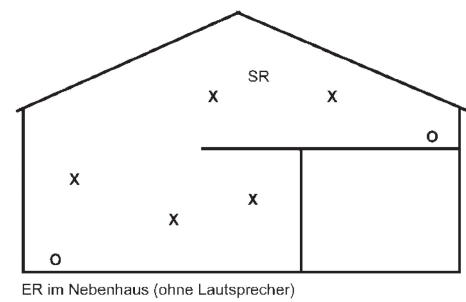


x mit Empfindlichkeit: gering
+ mit Empfindlichkeit: mittel

Legende:

- O Lautsprecherposition
- x Mikrofonposition
- SR Senderraum (in den Grundrissen, Figuren 2 bis 5, sind die Mikrofonpositionen im SR nicht dargestellt)
- ER Empfangsraum
- || Trennbauteil

Figur 6 Schnitt: Galerie in offenem Wohnraum mit Haustrennwand zu benachbarter REFH-Einheit



B.1.3 **Kontrolle des bewerteten Bau-Schalldämm-Masses R'_w einer Wohnungstür**

Bei der Kontrolle der Qualität einer eingebauten Wohnungstür mit Messung nach ISO 140-4 und Bewertung nach ISO 717-1 besteht eine beträchtliche Gefahr der Falschmessung, wenn der Empfangsraum aus mehreren, miteinander verbundenen Räumen besteht. Als Senderraum ist das Treppenhaus zu wählen und der Pegel an Positionen nahe der Tür zu messen. Schliesst sich auf der Empfangsseite an den Eingangskorridor ohne Zwischentür ein Wohnraum an (vom Treppenhaus direkt erschlossener Wohnraum), so stösst die Normierung auf die Bezugs-Absorptionsfläche auf Schwierigkeiten. Die ortsunabhängige Energiedichte als Voraussetzung für die Messmethode ist dann nicht gegeben. Man wird versuchen, den Korridor behelfsmässig abzuschliessen oder eine untere Schranke des Schalldämm-Masses zu ermitteln. Erfüllt diese die Anforderung, ist das Problem gelöst. Andernfalls muss mittels Intensitätsmessung gemäss ISO 15186 ein alternativer Weg gesucht werden.

B.1.4 **Messung der bewerteten Standard-Schallpegeldifferenz $D_{\phi,nT}$ eines raumabschliessenden Bauteils der Gebäudehülle**

B.1.4.1 Im Empfangsraum wird der räumliche und zeitliche Mittelwert des Pegels gemessen. Der Empfangspegel wird auf die Bezugsnachhallzeit T_0 von 0,5 s normiert.

B.1.4.2 Für die Ermittlung der Beurteilungsgrössen zur Charakterisierung der Schalldämmung von Aussenbauteilen bzw. des Schallschutzes für die Gebäudehülle durch Messungen am Bau gilt ISO 140-5. Danach wird unterschieden in:

- Bauteil-Verfahren zur Bestimmung von Kennwerten für die Schalldämmung von Bauteilen im Einbauzustand,
- Gesamt-Verfahren zur Bestimmung von Kennwerten für den Schallschutz der Gebäudehülle bzw. von raumabschliessenden Aussenbauteilen.

B.1.4.3 Zur Schallanregung für zugehörige Messungen sind vorgesehen:

- Lautsprecher (allgemein),
- Strassenverkehrslärm (wenn massgebend),
- Eisenbahnverkehrslärm (wenn massgebend),
- Flugverkehrslärm (wenn massgebend).

B.1.4.4 Im Rahmen dieser Norm wird im Sinne des Bauteil-Lautsprecher-Verfahrens, als Referenzlösung für die Beurteilung des Schallschutzes der Gebäudehülle bzw. von raumabschliessenden Aussenbauteilen, ein modifiziertes Gesamt-Lautsprecher-Verfahren mit Nahfeldmessung an der Gebäudehülle definiert. Anhand der Erfahrungen, die aus der Anwendung der Norm SIA 181 (1988) gewonnen wurden, können auf diese Weise zutreffende und reproduzierbare Messergebnisse für den baulichen Schallschutz durch eine Gebäudehülle erzielt werden.

B.1.4.5 Die mit den Gesamt-Verfahren nach ISO 140-5, Ziffer 5.6, und dort Anhang D, am Bau ermittelten Kennwerte $D_{2m,nT,w} + C_{tr}$ enthalten auf Grund des dabei vorgesehenen Aussen-Messabstands von ca. 2,0 m vor der Gebäudehülle und 1,0 m vor vorspringenden Gebäudeteilen allfällig unkontrollierte Reflexionen (z.B. von Fensterleibungen), wodurch sich die Messunsicherheiten erhöhen können.

B.1.4.6 Trotzdem ist bei stark absorbierenden oder räumlich stark gegliederten Gebäudehüllen mit Erkern, Gauben, ausladenden Gesimsen o.Ä. das Gesamt-Lautsprecher-Verfahren nach ISO 140-5, Ziffer 5, mit Mikrofonpositionen 2,0 m vor der Gebäudehülle abweichend von Ziffer B.1.4.4 als Referenzlösung zu wählen, um zumindest für grössere (Fassaden-)Bereiche repräsentative Ergebnisse zu erhalten. Dazu wird auch für die Bestimmung der Aussen-Schalldruckpegel eine Berücksichtigung mehrerer Messpositionen empfohlen.

B.1.4.7 Die in der vorliegenden Norm bzw. in ISO 140-5 festgelegte Geometrie der Lautsprecheraufstellung und die Mikrofonpositionen müssen exakt eingehalten werden. Erfolgt die Messung mit einem abweichenden Verfahren, darf bei der Weitergabe des Resultats kein Bezug zur vorliegenden SIA-Norm erfolgen.

B.1.4.8 Hinweise

- In einem geschlossenen Raum mit einem diffusen Schallfeld erhöht sich der gemessene Pegel gegenüber der Messung im Freifeld um 6 dB. Weil hier mit L_1 nicht der Sendepiegel in einem Raum, sondern der Aussenpegel im Freifeld (2 m vor der Wand) gemessen wird, muss dieser messtechnische Unterschied von 6 dB bei den Schallpegeldifferenzen berücksichtigt werden. Eine andere Situation ergibt sich beim Bauteil-Lautsprecher-Verfahren nach Ziffer B.1.6, bei dem das Aussenmikrofon direkt auf dem Trennbauteil angeordnet wird. Hier ergibt sich durch die Überlagerung der einfallenden und der reflektierten Schallwelle eine Druckverdoppelung, was eine Erhöhung des gemessenen Pegels um 6 dB bewirkt, so dass in diesem Falle keine Pegelkorrektur notwendig ist, da sich hierbei die vorgenannten Korrekturanteile gegeneinander aufheben.
- Der Einsatz der MLS-Technik ist besonders bei Fassadenmessungen dringend zu empfehlen, weil damit die Einflüsse von Fremdgeräuschen erheblich reduziert werden können.

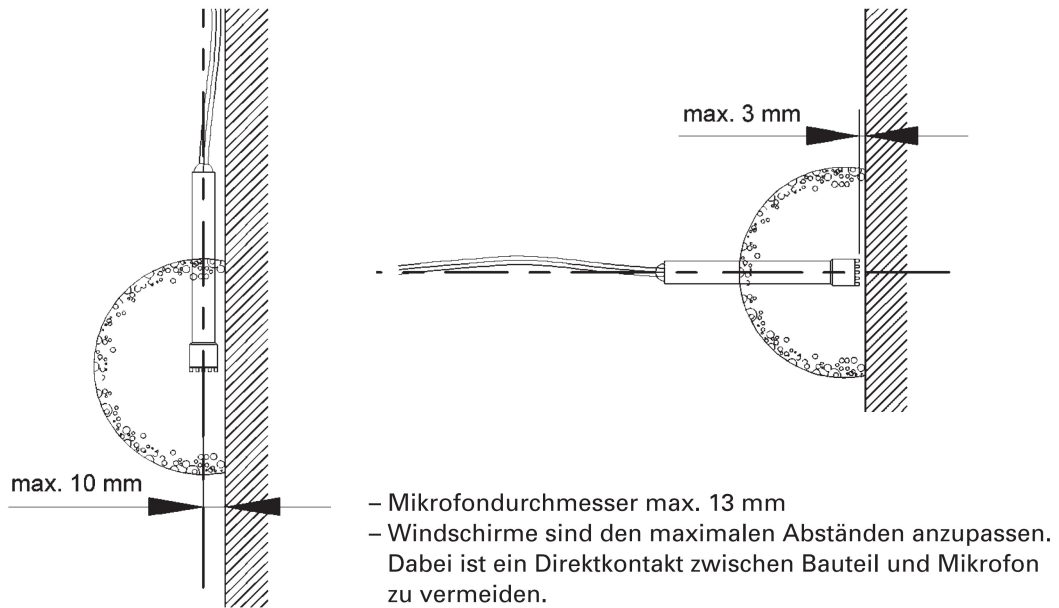
B.1.5 **Übersicht zu den Messverfahren und massgeblichen Kennwerten**

Tabelle 11 Positionierung der Lautsprecher und Mikrofone

	Norm ISO 140-5 Gesamtverfahren	Norm SIA 181 Bauteil-Lautsprecher-Verfahren
Lautsprecher Anforderung	örtliche Differenzen des Schalldruckpegels in jedem verwendeten Frequenzband kleiner als 5 dB (gemessen auf einer ebenen Fläche)	
Einfallswinkel	$45^\circ \pm 5^\circ$	$45^\circ \pm 5^\circ$
Mindest-Abstand Lautsprecher zu Prüfelement	5 m für R'_{45° 7 m für $D_{Is,2m}$	zweifache Diagonale des Prüfelementes
Position	am Boden oder so hoch wie möglich	möglichst nahe am Boden
Aussenmikrofon Anzahl Positionen	$n = 1$ Position in 2 m Abstand senkrecht vor der Fassaden- fläche	- anfänglich $n = 3$ Positionen gleichmässig, asymmetrisch verteilt - Anzahl bis 10 erhöhen, wenn die Schallpegeldifferenz von 2 Positionen grösser n dB ist - bei Fassadenrücksprüngen $n = 10$

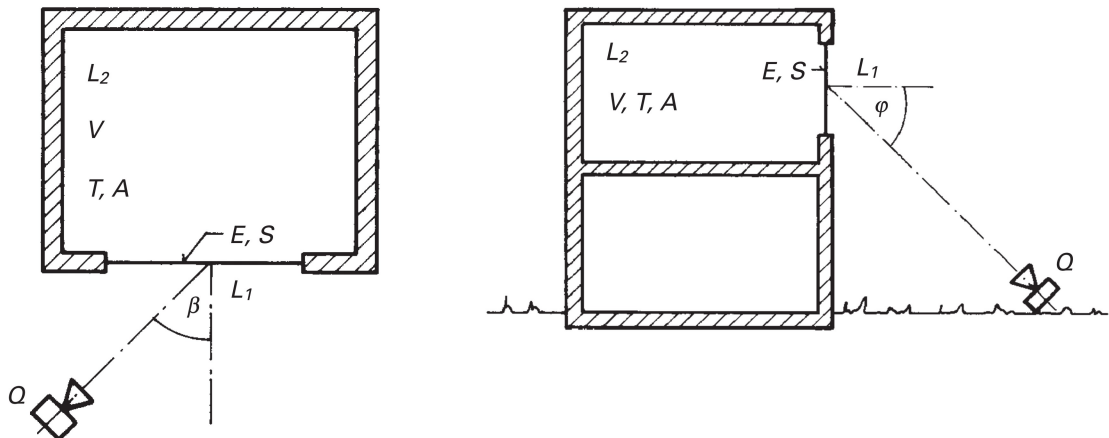
B.1.6 Anordnung der Aussenmikrofone beim Bauteil-Lautsprecher-Verfahren

Figur 7 Anordnung der Mikrofone



B.1.7 Prüfanordnung für das Bauteil-Lautsprecher-Verfahren

Figur 8 Prüfanordnung im Grundriss (links) und Schnitt (rechts)



Prüfelement	E	
Fläche der lichten Öffnung des Prüfelementes (ISO 140-5, Anhang A)	S	m^2
Sendeseite (Aussenseite)		
mittlerer Schallpegel auf dem Prüfelement (gemessen direkt vor dem reflektierenden Aussenbauteil als Staudruck)	L_1	dB
räumlicher Schalleinfallswinkel $\cos \vartheta = \cos \beta \cdot \cos \varphi$	ϑ	$45^\circ \pm 5^\circ$
Empfangsraum		
mittlerer Schallpegel im Raum	L_2	dB
Nachhallzeit	T	s
Raumvolumen	V	m^3
äquivalente Schallabsorptionsfläche	$A = 0,16 V/T$	m^2

Bau-Schalldämm-Mass des Prüfelementes E $R'_{45^\circ} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S \cdot \cos \vartheta}{A}$ (dB) *

Standard-Schallpegeldifferenz $D_{45^\circ, nT} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{T \cdot \cos \vartheta}{T_0}$ (dB) *

- * Die folgenden zwei Effekte kürzen sich in der Formel weg:
 a) L_1 , auf der Oberfläche gemessen, ist 6 dB grösser als im Freifeld
 b) Korrektur Freifeld – Diffusfeld 6 dB

Bezugsnachhallzeit für alle Volumina $T_0 = 0,5$ s
 Bewertete Standard-Schallpegeldifferenz zwischen aussen und Raum $D_{45^\circ, nT, w}$ (dB)
 Bewertetes Bau-Schalldämm-Mass des Prüfelementes E $R'_{45^\circ, w}$ (dB)

Im Vergleich mit den Anforderungen sind die Spektrum-Anpassungswerte C_{tr} und die Volumenkorrektur C_V zu berücksichtigen.

Die Schalldämmung hängt vom Schalleinfallswinkel ab. R'_{45° weicht deshalb vom Labormesswert R ab.

B.1.8 Kontrolle des Bau-Schalldämm-Masses R'_w eines eingebauten Fensters

Das Schalldämm-Mass eines in der Fassade eingebauten Fensters wird nach dem Bauteil-Lautsprecher-Verfahren der vorliegenden Norm als Referenzlösung gemessen. Aus der Pegeldifferenz wird $R'_{45^\circ, w}$ nach Normierung auf die Fensterfläche und die äquivalente Absorptionsfläche im Empfangsraum berechnet.

Das Ergebnis ist nur gültig, wenn alle Schallwege ausser jenem durch das Fenster energetisch vernachlässigbar bleiben. Wenn der Verdacht auf eine akustisch schwache Fassade oder auf Nebenwege durch Rollladenkästen, Brüstung oder zusätzliche Fenster besteht, müssen solche Nebenwege durch Behelfskonstruktionen weitgehend unterdrückt werden. Es besteht ausserdem die Möglichkeit, mit der Intensitätsmethode gemäss Norm ISO 15186 die übertragene Schallenergie direkt zu messen.

B.2 Messung des bewerteten Standard-Trittschallpegels $L'_{nT, w}$

Die Messung im Bau erfolgt gemäss der Norm ISO 140-7 unter Verwendung des Normhammerwerks. Die Bezugsnachhallzeit T_0 ist 0,5 s.

Aus den Messwerten in den 16 Terzbändern wird der bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT, w}$ gemäss ISO 717-2 ermittelt.

Die in der Norm festgelegte Anzahl der Positionen des Normhammerwerks sowie die Anzahl der Mikrofonpositionen müssen strikt eingehalten werden. Erfolgt die Messung mit einem abweichenden Verfahren, darf bei der Weitergabe des Resultats kein Bezug auf die vorliegende SIA-Norm gemacht werden.

Ausser dem Standard-Trittschallpegel $L'_{nT, w}$ gemäss ISO 717-2 werden der energetische Summenpegel $L'_{nT, sum}$ im Frequenzband 100 bis 2500 Hz gebildet und die Korrekturgrösse C_l berechnet:
 $C_l = L'_{nT, sum} - L'_{nT, w} - 15$ (dB).

B.3 Messung von Geräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

Zur Beurteilung der Geräusche haustechnischer Anlagen dient der Beurteilungspegel $L_{r, H}$. Dabei ist methodisch zwischen Einzel- und Dauergeräuschen wie folgt zu unterscheiden:

- Messmethode für Einzelgeräusche,
- einfache Messmethode für Dauergeräusche,
- genauere Messmethode für Dauergeräusche.

Die Messungen sind bis zum Erreichen gesicherter Werte zu wiederholen.

Zur Festlegung massgeblicher Betriebszustände siehe Norm EN ISO 16032.

B.3.1 Messmethode für Einzelgeräusche

Die Beurteilung von Einzelgeräuschen basiert auf dem Mittelwert des A-bewerteten Schalldruckpegels $L_{A,F}$ im Empfangsraum. Für Benutzungsgeräusche gilt der arithmetische Mittelwert, für Funktionsgeräusche der energetische Mittelwert.

Gemessen wird an Orten, an denen sich normalerweise Personen aufhalten, und zwar die Maximalschallpegel $L_{A,F}$ mit der Zeitkonstanten FAST und bewertet mit der A-Bewertungskurve (A-Filter). Der Mittelwert ist noch mit den nachfolgend genannten Pegelkorrekturen zu versehen.

Für den Gesamtwert $L_{H,tot}$ zu Einzelgeräuschen haustechnischer Anlagen gilt:

$$L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V = L_{A,F} + K1 + K4 + C_V \text{ in dB(A)}$$

$L_{r,H}$ Beurteilungspegel für Geräusche haustechnischer Anlagen

C_V Volumenkorrektur nach Ziffer 2.4

$L_{A,F}$ mittlerer Wert des A-bewerteten maximalen Schallpegels, gemessen mit der Zeitkonstanten FAST

$K1$ Pegelkorrektur zur Berücksichtigung der Schallabsorption im Raum

$K1 = 0$ für Räume mit stark absorbierender Ausstattung

$K1 = -2$ für Räume mit gering absorbierender Ausstattung

$K1 = -4$ für Räume ohne absorbierende Ausstattung

$K4$ Pegelkorrektur zur Berücksichtigung der Differenz zwischen Simulation und Originalgeräusch für Benutzungsgeräusche (siehe Tabelle 12)

B.3.2 Die einfache Messmethode für Dauergeräusche

Die einfache Messmethode kann bei Dauergeräuschen, die keine besonderen Probleme stellen, oder für überschlägige Kontrollmessungen angewendet werden.

Gemessen wird am Ort, an dem sich normalerweise Personen aufhalten, und zwar der mittlere, A-bewertete Schallpegel L_{Aeq} . Dieser Pegel wird mit 3 Pegelkorrekturen ($K1$, $K2$ und $K3$) versehen, die das Schallabsorptionsvermögen im Raum, die Tonhaltigkeit und die Impulshaltigkeit der Geräusche berücksichtigen.

Für den Gesamtwert $L_{H,tot}$ zu Dauergeräuschen haustechnischer Anlagen nach einfacher Messmethode gilt:

$$L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V = L_{Aeq} + K1 + K2 + K3 + C_V \text{ in dB(A)}$$

$L_{r,H}$ Beurteilungspegel für Geräusche haustechnischer Anlagen

L_{Aeq} Mittlerer A-bewerteter äquivalenter Schallpegel

Die Pegelkorrektur $K1$ wird gemäss den Ausführungen in Ziffer B.3.1 bestimmt. Für die Pegelkorrekturen $K2$ und $K3$ gilt im Sinne der eidg. Lärmschutz-Verordnung (LSV) Folgendes:

$K2 = 0$ kein hörbarer Tongehalt

$K2 = 2$ bei schwach hörbarem Tongehalt

$K2 = 4$ bei deutlich hörbarem Tongehalt

$K2 = 6$ bei stark hörbarem Tongehalt

und

$K3 = 0$ kein hörbarer Impulsgehalt

$K3 = 2$ bei schwach hörbarem Impulsgehalt

$K3 = 4$ bei deutlich hörbarem Impulsgehalt

$K3 = 6$ bei stark hörbarem Impulsgehalt

B.3.3 Genauere Messmethode für Dauergeräusche

Die genauere Messmethode wird angewandt, wenn eine hohe Genauigkeit verlangt wird.

Zur Beurteilung der Dauergeräusche dient bei der genaueren Messmethode der räumliche und zeitliche Mittelwert des A-bewerteten Schalldruckpegels im Empfangsraum, standardisiert auf die Bezugsnachhallzeit T_0 . Dazu erfolgt die Messung in Terzbändern mit bandweiser Standardisierung und anschliessender Berechnung des A-bewerteten Standardpegels $L_{nT,A}$.

Gemessen wird am Ort, an dem sich normalerweise Personen aufhalten, und zwar die mittleren Terzbandpegel und Nachhallzeiten in den Terzen mit den Mittenfrequenzen von 50 bis 5000 Hz. Die gemessenen Terzbandpegel werden dann mit Hilfe der Nachhallzeiten normiert:

$L_{nT} = L - 10 \lg (T/T_0)$ mit der Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5 \text{ s}$

Für die Berücksichtigung der Tonhaltigkeit und der Impulshaltigkeit werden ausserdem die oben beschriebenen Pegelkorrekturen K_2 und K_3 mitberücksichtigt.

Für den Gesamtwert $L_{H,tot}$ zu Dauergeräuschen haustechnischer Anlagen nach genauerer Messmethode gilt:

$$L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V = L_{nT,A} + K_2 + K_3 + C_V \text{ in dB(A)}$$

B.3.4 Erzeugung und Beurteilung von Funktionsgeräuschen

Funktionsgeräusche haustechnischer Anlagen sind so zu erzeugen, wie sie bei bestimmungsgemäsem Gebrauch mit Maximalintensität auftreten können. Die Beurteilung erfolgt für Einzel- bzw. Dauergeräusche nach Ziffer 3.2.3 der Norm und folgenden Festlegungen:

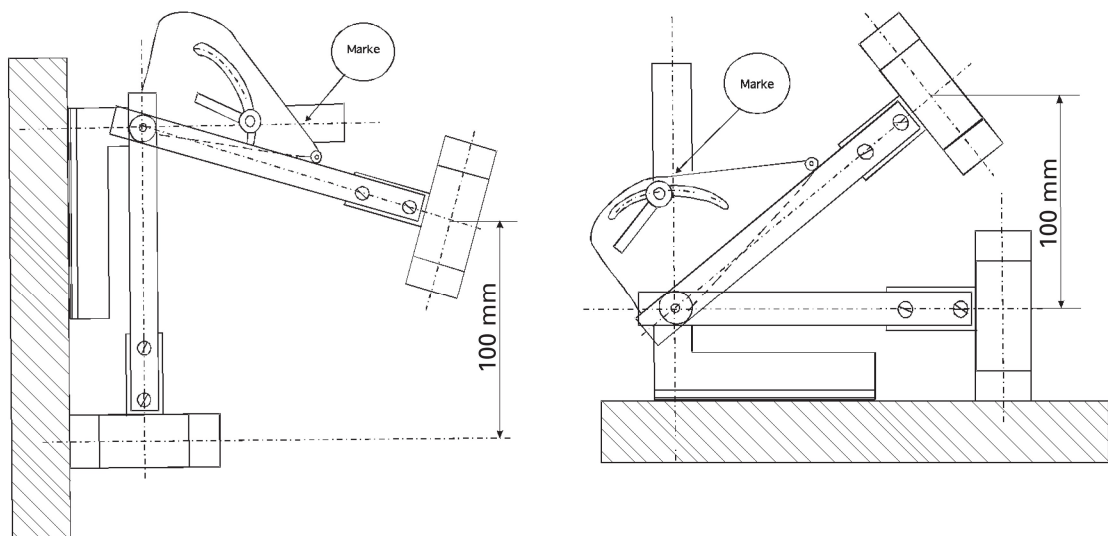
- Es sind mindestens 3 Geräuscheignisse und 3 Messpositionen zu berücksichtigen.
- Zur Auswertung der Messergebnisse ist das energetische Mittel massgebend.
- Sofern bei haustechnischen Anlagen aus Industrie und Gewerbe üblicherweise mehrere Geräuschquellen gleichzeitig wirken, sind die massgebenden Schallpegel energetisch zu superponieren.
- Wenn ein Dauergeräusch wesentlich durch Einzelereignisse (z.B. Ein- oder Ausschalten von Kompressoren oder Pumpen, Auslösen eines Spülvorgangs) beeinflusst wird, so ist die Bewertung getrennt für Einzel- bzw. Dauergeräusche vorzunehmen.
- Die WC-Spülung erfolgt für die Messung mit Brauchwasser unter Vernachlässigung von Feststoffanteilen.

B.3.5 Erzeugung und Beurteilung von Benutzungsgeräuschen (Einzelgeräusche)

Benutzungsgeräusche haustechnischer Anlagen sind so zu erzeugen, dass die Eignung der betroffenen Anlagenteile zur Vermeidung erheblicher Schallübertragungen in angrenzende Bauteile (ausreichende schalltechnische Entkopplung) überprüft werden kann. Dabei soll das aktuelle und subjektive Nutzerverhalten (Nachbarschaftsverhältnis) nicht in die Beurteilung der bauakustischen Eigenschaften einer haustechnischen Anlage eingehen.

- Es sind mindestens 6 Geräuscherzeugungsereignisse und dabei mindestens 2 Messpositionen zu berücksichtigen. Massgebend ist der arithmetische Mittelwert aus den Messergebnissen.
- Die Geräuscherzeugung erfolgt vorzugsweise (Referenzverfahren) reproduzierbar mit definiertem und validiertem Simulationsgerät (EMPA-Pendelfallhammer mit einstellbarem Winkelanschlag).
- Die Fallhöhe, bezogen auf Hammerkopfschwerpunkt zwischen Ausgangs- und Endposition, beträgt unabhängig von der Neigung der Aufschlagsfläche 100 mm.

Figur 9 EMPA-Pendelfallhammer



Fallhammer an senkrechter Fläche
(Horizontalschlag)

Fallhammer auf waagrechter Fläche
(Vertikalschlag)

- Benutzungsgeräusche, die nach Frequenzgehalt und Intensität mit dem EMPA-Pendelfallhammer nicht sinnvoll simuliert werden können, sind in Tabelle 12 unter Geräuscherzeugung «von Hand» aufgeführt.
- Bezüglich der zu messenden Benutzungsgeräusche ist Tabelle 12 für übliche Wohnnutzung abschliessend. Störungen durch Nutzung von Kleinteilen (Abstellen von Zahnputzglas, Seifenschale, Betätigen von Papierabroller, Duschschauch usw.) rechtfertigen keine Kontrollmessungen im Sinne dieser Norm. Hier wird der Ersatz der Störquellen durch geräuschärmere Lösungen ohne Kontrollmessungen empfohlen. Im Übrigen sind auch hierzu Rücksichtnahme und Toleranz im Nachbarschaftsverhältnis notwendig.
- Im Sinne von nur orientierenden Messungen und zum Vergleich unterschiedlicher Lösungen (z.B. WC-Deckel mit und ohne Absenklift) können die Messungen auch an den konkreten Anlage-teilen der jeweils angetroffenen Situation erfolgen. Das Gleiche gilt, wenn die Anregungsorte sonst nicht zugänglich sind.

Tabelle 12 Messung von Benutzungsgeräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen in üblichen Wohnbauten

Bauteil	Art der Prüfung und Geräuscherzeugung	Anregungsort und Hinweise	Pegelkorrektur K4 dB(A)
Sanitär- und Kücheneinrichtungen			
Badewanne	EMPA-Pendelfallhammer (Horizontal- oder Vertikalschlag)	verteilt (Boden und Wand)	–12
Duschtasse	EMPA-Pendelfallhammer (Vertikalschlag)	verteilt (Boden)	–12
WC *	EMPA-Pendelfallhammer (Vertikalschlag)	vorderer Rand (Brillenaufleger)	– 7
Lavabo	EMPA-Pendelfallhammer (Vertikalschlag)	hintere Abstellfläche	–12
Planmässige Abstellflächen für harte Gegenstände in Nasszellen	EMPA-Pendelfallhammer (Vertikalschlag)	sofern möglich (Platz, Bruchgefahr)	–12
Spüle, Arbeits- und Abstellflächen in Küchen	EMPA-Pendelfallhammer (Vertikalschlag)	verteilt, jeweiliges Element freigeräumt	–10
Schrankauszüge und -türen *	EMPA-Pendelfallhammer (Horizontalschlag)	verteilt über Schrankstirnflächen bzw. Rand geschlossener Türen (beachte: Fallhöhenanpassung)	–12
Schrankelemente, Tablare	EMPA-Pendelfallhammer (Vertikalschlag)	verteilt, jeweiliges Element freigeräumt	– 7

* Bei planmässigem Einbau langfristig wirksamer Dämpfungseinrichtungen kann auf Messungen verzichtet werden.

Bauteil	Art der Prüfung und Geräuscherzeugung	Anregungsort und Hinweise	Pegelkorrektur K4 dB(A)
Sonstige manuell betriebene Einrichtungen			
(Drehflügel-)Eingangstüren (manuell)	EMPA-Pendelfallhammer (Horizontalschlag)	auf geschlossenes Türblatt am Aussenrand	- 5
Innentüren und Fenster ohne weichelastische Dichtung	EMPA-Pendelfallhammer (Horizontalschlag)	auf geschlossenes Türblatt bzw. Fensterflügel am Aussenrand	-12
Backofenklappen usw. mit Federzug	Öffnen und Schliessen von Hand	Loslassen ab Federzugwirkung	
Cheminée: Klappen, Gitter, Türen	Öffnen und Schliessen von Hand	Betätigung mit mittlerer Intensität (ohne Schwingen) durch mit diesen Prüfungen vertrautes Messpersonal	
Garagentor (manuell)	Öffnen und Schliessen von Hand		
Storen, Rollläden (manuell)	Öffnen und Schliessen von Hand		
Schiebetüren und -fenster (manuell)	Öffnen und Schliessen von Hand		
Einrichtungen, bei denen das Nutzerverhalten massgebend ist			
Cheminée: Befüllen, Reinigen	keine Normprüfung	→ erfordern Rücksichtnahme und Toleranz. Wenn die baulichen Vorkehrungen zur Einschränkung von Schallübertragungen z.B. bei Reinigungsarbeiten nicht ausreichen, sind entsprechende Nutzervereinbarungen zu treffen	
Dreh- bzw. Kippfenster (manuell) und einfache (Drehflügel-)Türen innen	keine Normprüfung bei Kontakt mit Rahmen über weichelastische Dichtungen	→ erhebliche Störung tritt hier nur bei rücksichtsloser Handhabung auf	
Duschvorhänge, Duschwände	keine Normprüfung	→ erfordern Rücksichtnahme und Toleranz	
Kleinteile in Bad und WC wie z.B. WC-Rollenhalter, Duschschauch, Zahnputzglas	keine Normprüfung	→ freiwilliger Austausch bzw. Rücksichtnahme	
nichtgewerbliche Musik-, TV-, Audioanlagen	keine Normprüfung	→ erfordern Rücksichtnahme und Toleranz	

B.4 Messgeräte

Für die Messung der Luft- und Trittschallübertragung sowie der Geräusche haustechnischer Anlagen müssen Mess- und Kalibriergeräte verwendet werden, die von einem vom Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung (metas) anerkannten Eich- bzw. Kalibrierlabor überprüft wurden. Dabei sollen die Überprüfungsintervalle einen Zeitraum von zwei Jahren nicht überschreiten.

Die einzusetzenden akustischen Messgeräte müssen der Klasse 1 nach EN 61672-1 entsprechen.

Die Messgeräte haben insbesondere den Anforderungen der nachstehend aufgeführten internationalen Normen in jeweils gültiger Fassung (und ggf. Änderungen) zu entsprechen:

- EN 60942 (und .../A1): Elektroakustik – Schallkalibratoren
- EN 61260 (und .../A1): Elektroakustik – Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven
- EN 61672-1: Elektroakustik – Schallpegelmessgerät – Teil 1: Anforderungen

B.5 Messung von abgestrahltem Körperschall

Die Messungen sind nach den Bestimmungen der künftigen eidg. Verordnung zum Schutz vor Erschütterungen durchzuführen.

B.6 Normspektren zur Bewertung des Schallschutzes

In der Ausgabe 1996 der Norm ISO 717-1 werden Normspektren für einzelne, häufig auftretende Lärmarten definiert. Diese Normspektren sollen dann verwendet werden, wenn besonderes Gewicht auf das Frequenzverhalten gelegt werden muss und die bauakustischen Einzahlbewertungen nach ISO 717-1 nicht ausreichen. Die Spektren sind hinsichtlich der Bezugskurve auf 0 dB in dB(A) normiert.

Tabelle 13 Schallpegelspektren zur Berechnung der Spektrum-Anpassungswerte anhand gemessener Terzen

Terz-Mittens- frequenz f_m Hz	Bezugskurve zur Bewertung der Luftschall- dämmung dB	Schallpegelspektren zur Berechnung der Spektrum- Anpassungswerte anhand gemessener Terzen aus ISO 717-1		
		für Luftschall von innen C dB	für Luftschall von aussen $C_{tr, 100-3150}$ dB	für Luftschall nach Anhang A $C_{tr, 50-3150}$ dB
50				-25
63				-23
80				-21
100	33	-29	-20	-20
125	36	-26	-20	-20
160	39	-23	-18	-18
200	42	-21	-16	-16
250	45	-19	-15	-15
315	48	-17	-14	-14
400	51	-15	-13	-13
500	52	-13	-12	-12
630	53	-12	-11	-11
800	54	-11	-9	-9
1000	55	-10	-8	-8
1250	56	-9	-9	-9
1600	56	-9	-10	-10
2000	56	-9	-11	-11
2500	56	-9	-13	-13
3150	56	-9	-15	-15

Mit den Schallspektren nach Tabelle 13 werden die Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} gemäss ISO 717-1 nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$C_j = X_{Aj} - X_w$$

j Index für die Schallspektren 1 (C) und 2 (C_{tr})

X_w Einzahlangabe der Schalldämmung

X_{Aj} berechnet nach $X_{Aj} = -10 \lg \sum_i 10^{(L_{ij} - X_i) / 10}$ (dB)

i Index für die Terzbänder 100 bis 3150 Hz bzw. 50 bis 3150 Hz

L_{ij} Schallpegel nach Tabelle 13 bei der Frequenz i für das Spektrum j

X_i Schalldämm-Mass R_i oder Bau-Schalldämm-Mass R'_i bei der Messfrequenz i , angegeben auf 0,1 dB

Der jeweilige Spektrum-Anpassungswert wird auf 0,1 dB berechnet und auf eine ganze Zahl gerundet.

Tabelle 14 Schallpegelspektren zu den Bezugskurven für Trittschall und Trittschallminderung auf Bezugsdecken nach ISO 717-2

Terz-Mittenfrequenz f_m Hz	Bezugskurve zur Bewertung der Trittschalldämmung Bezugswert dB	Norm-Trittschallpegel der Bezugsdecke zur Bewertung der Trittschallminderung einer Deckenauflage $L_{n,r,0}$ dB
100	62	67
125	62	67,5
160	62	68
200	62	68,5
250	62	69
315	62	69,5
400	61	70
500	60	70,5
630	59	71
800	58	71,5
1000	57	72
1250	54	72
1600	51	72
2000	48	72
2500	45	72
3150	42	72

Das Normspektrum für die Bezugskurve wird zur Einzahlbewertung der Trittschalldämmung kompletter Trenndecken nach ISO 717-2 angesetzt. Das Normspektrum für die Bezugsdecke dient der Einzahlbewertung für die Trittschallminderung einer Deckenauflage hinsichtlich einer nach ISO 717-2 definierten, massiven Bezugsdecke.

Für abweichende Deckenbauarten ist, sofern keine genormten Schallpegelspektren für entsprechende Bezugsdecken verfügbar sind, das Gesamtsystem aus Decke und Deckenauflage zu prüfen.

Der Spektrum-Anpassungswert C_j für Trittschall wird nach ISO 717-2 über Summenpegel für den Frequenzbereich von 100 bis 2500 Hz berechnet (vgl. Ziffer B.2).

Anhang C (informativ)

Erläuterung der Rechtsgrundlagen

C.1 Bezug zum Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) und zur eidg. Lärmschutz-Verordnung (LSV)

- C.1.1 Der Schallschutz hat bei Neubauten und bei Umbauten den anerkannten Regeln der Baukunde, insbesondere den Mindestanforderungen nach Norm SIA 181, zu entsprechen (Art. 32 Abs. 1 und Abs. 3 LSV). Die Vollzugsbehörde hat im Falle von Immissionsgrenzwert-Überschreitungen die Anforderungen an die Schalldämmung der Aussenbauteile angemessen zu verschärfen (Art. 32 Abs. 2 LSV).
- C.1.2 Die Bauherrschaft muss im Baugesuch unter anderem die Bauweise von Aussen- und Trennbauteilen lärmempfindlicher Räume spezifizieren (Art. 34 LSV).
- C.1.3 Nach Abschluss der Bauarbeiten hat die Vollzugsbehörde durch Stichproben zu prüfen, ob die Schallschutzmassnahmen die Anforderungen erfüllen; in Zweifelsfällen muss sie die Prüfung vornehmen (Art. 35 LSV) bzw. die Prüfung durch Messungen am Bau veranlassen.
- C.1.4 Im Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) und im Verordnungsrecht sind bereits einzelne Aspekte des Schutzes vor Erschütterungen und abgestrahltem Körperschall geregelt. Um das USG umzusetzen, erarbeitet das Bundesamt für Umwelt (BAFU) parallel zur Neufassung der vorliegenden Norm eine Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen. Angestrebt wird eine enge Abstimmung zwischen der künftigen Verordnung und der Norm SIA 181. Diese Verordnung soll nach deren Inkrafttreten die Grundlage sein für die Beurteilung von abgestrahltem Körperschall, bedingt durch gebäudeexterne Quellen und durch Industrie und Gewerbe im Gebäude. Auf diese künftige Verordnung verweist die Norm SIA 181 u.a. in den Ziffern 3.1.2.4 und 3.2.4.3.
- Daneben gelten die Bestimmungen nach Ziffer 3.2.3 der Norm SIA 181 zu Geräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude gegenüber anderen Nutzungseinheiten auch für Industrie und Gewerbe im selben Gebäude.

C.2 Einhaltung der Anforderungen

- C.2.1 Gemäss Ziffer 2.1.3 der Norm sind die Anforderungen ohne Toleranzen einzuhalten. Ein Anforderungswert gilt als eingehalten, wenn der Messwert einer Kontrollmessung die Anforderung mindestens erreicht.
- C.2.2 Dass die Anforderungen ohne Toleranzen eingehalten werden müssen, bedeutet, dass bei der Projektierung mit Rücksicht auf die möglichen Unsicherheiten bei der Bemessung und der konstruktiven Gestaltung sowie bei der Bauausführung in der Regel Zuschläge notwendig sind, welche das Risiko von Abweichungen zwischen Projektierung und Realisierung am Bau angemessen berücksichtigen (siehe Ziffer 4.1.1).
- C.2.3 Risikofaktoren, die das Resultat der vorgesehenen Schallschutzmassnahmen verschlechtern können, sind beispielsweise:
- Wahl von Bauteilen, deren schallschutztechnische Eigenschaften nicht oder ungenügend bekannt sind,
 - Wahl von Bauarten, die für die übliche Bauausführung zu wenig fehlertolerant sind,
 - komplizierte, bezüglich Schallübertragung schwierig zu beurteilende Grundrisse oder Konstruktionen (Nebenwegübertragung),
 - Mängel bei geplanter schallschutztechnischer Trennung von Bauteilen (Schallbrücken),
 - Leckagen durch Ablösung von Bauteilen untereinander oder infolge von Rissbildungen,
 - unzureichende Qualitätsüberwachung der Bauausführung.

Anhang D (informativ)

Planungshinweise

D.1 Grundsätze

Eine schalltechnisch sinnvolle Grundrissplanung und ein geeignetes Lüftungskonzept sind die besten Voraussetzungen, um störschallarme Aufenthaltsräume zu erhalten. Die Berücksichtigung des Schallschutzes bei der Grundrissplanung ist eine primäre Schallschutzmassnahme. Sie hat den wesentlichen Vorteil, in der Wirkung nicht oder nur in geringerem Masse von der Ausführungsqualität abhängig zu sein. Die Wirkung der übrigen Schallschutzmassnahmen hingegen wird wesentlich von der Qualität der Arbeit verschiedener beteiligter Gewerke beeinflusst und bedarf daher einer konsequenten Bauüberwachung.

D.2 Primäre Schallschutzmassnahmen

D.2.1 Unter primärem Schallschutz sind im Allgemeinen planerische Massnahmen zur Eindämmung des Schalles zu verstehen. Dies entweder durch eine geringe Schallentstehung (Wahl leiser Geräte oder Verfahren) oder durch eine möglichst grosse Dämmung bzw. Dämpfung auf dem Ausbreitungsweg.

D.2.2 Bei der Grund- und Aufrissgestaltung sind Lärm- und Ruhezone nach Möglichkeit räumlich zu trennen. Räume, von denen starke Benutzergeräusche ausgehen (Bäder, WC, Küchen), sollen möglichst nicht an Wohn- und Schlafräume benachbarter Wohnungen grenzen. Solche Räume sollen gruppiert, d.h. neben- und übereinander, und wo möglich ans Treppenhaus angrenzend angeordnet werden. Lärmerzeugende Installationen und Apparate sollen nicht an Wänden von Aufenthaltsräumen liegen, an Wohnungstrennwänden nur dann, wenn z.B. in der Nachbarwohnung Räume gleicher Nutzung angrenzen und entsprechende sekundäre Schallschutzmassnahmen vorgesehen werden.

D.2.3 Beim Aussenlärm ist die Orientierung der empfindlichen Räume in Bezug auf die Lärmquellen wichtig. Durch günstige Anordnung lässt sich eine Situation wesentlich verbessern. Natürliche Hindernisse lassen sich geschickt ausnützen, künstliche Hindernisse können speziell geschaffen werden. Wo aus wohnhygienischen Gründen vertretbar, sollen deshalb lärmempfindliche Räume bzw. deren Fenster auf der dem Lärm abgekehrten Seite des Gebäudes angeordnet werden. Insbesondere in Fluglärmgebieten sind zusätzlich zur übrigen Gebäudehülle die Dachkonstruktionen einschliesslich Durchdringungen schallschutztechnisch zu planen.

D.3 Sekundäre Schallschutzmassnahmen

D.3.1 Sekundäre Schallschutzmassnahmen sind Massnahmen, welche die Einleitung des Körperschalls in das Bauwerk auf das zulässige Mass reduzieren oder verhindern. Im Bau sind dies üblicherweise elastische Trennlagen (z.B. Wand- und Deckenlager) oder Schwingungsdämmelemente zur akustischen Entkoppelung vom Baukörper, welche für die jeweilige Problemstellung dimensioniert werden müssen. Wo sekundäre Schallschutzmassnahmen notwendig sind, sind diese vorzuplanen und der dafür erforderliche Platzbedarf vorzusehen. Betroffen sind vor allem Installationen wie Heiz-, Wasser- und Entwässerungsleitungen sowie den Baukörper berührende haustechnische Anlagen wie Lifte, Heizanlagen, Wärmepumpen, Kühlaggregate, Pumpen, Ventilatoren, Sanitär- und Kücheneinrichtungen, Wasch- und Trockenmaschinen.

D.3.2 Bemerkungen

- Die Schalldämmung von Lüftungseinrichtungen ist den Anforderungen an die betroffenen Fassaden anzupassen. Bei schallgedämmter Ausführung können mechanische Lüftungsanlagen einen erheblichen Beitrag zum Schallschutz und zum akustischen Komfort leisten.
- Um eine gut schalldämmende Gebäudehülle zu erreichen, sind Fenster mit hoher Luftdichtigkeit erforderlich. Dies führt dazu, dass bei geschlossenen Fenstern keine Frischluft nachströmen kann. Es ist gemäss Norm SIA 180 für genügend Ersatzluft zu sorgen.
- Allerdings ist beim Einbau besonders schalldämmender Fenster auch zu berücksichtigen, dass damit in der Regel der Grundgeräuschpegel im Rauminnern abgesenkt wird und in der Folge die Wahrnehmbarkeit auch leiserer Nachbarschaftsgeräusche ansteigen kann (siehe Anhang H).

D.4 Projektierung

- D.4.1 Die Anforderungen an den Schallschutz gegen Aussen- und Innenlärm sind festzulegen. Die entsprechenden Entscheidungen sind rechtzeitig zu treffen; insbesondere sind die Anforderungsstufen (Mindestanforderungen, erhöhte Anforderungen oder spezielle Anforderungen) vertraglich festzulegen (siehe Ziffer 2.2.4).
- D.4.2 Bei der Projektierung von Schallschutzmassnahmen sind insbesondere die folgenden Leistungen notwendig:
- Beschaffung der gesetzlichen Grundlagen;
 - Abklärung der zu erwartenden Lärmimmissionen (exkl. Messungen und Berechnungen);
 - Festlegen der Anforderungen an den Schallschutz aufgrund der normgemässen bzw. der gesetzlichen Vorschriften und der vorgesehenen Nutzung des Gebäudes;
 - Projektierung und Nachweis der Schallschutzmassnahmen mit hinreichenden Dimensionierungsreserven;
 - Beizug von Spezialisten, falls dies durch die spezielle Lage und Nutzung des Gebäudes oder durch besondere Anforderungen an den Schallschutz notwendig ist;
 - Berücksichtigung der Schallschutzmassnahmen bei der Ausschreibung, in den Ausführungsplänen, im Baubeschrieb und in den Werkverträgen.
- D.4.3 Im Bedarfsfall werden weitere Leistungen nötig:
- Beschaffung zusätzlicher Unterlagen bei besonderen Verhältnissen;
 - Messungen und Berechnungen der Lärmimmissionen;
 - Begleitung von bauakustischen Abnahmeprüfungen.

Anhang E (informativ)

Bauakustische Nachweise mit Berechnungsbeispielen

E.1 Allgemeines

- E.1.1 Die bauakustisch massgebenden Eigenschaften sind meist stark frequenzabhängig. Sie müssen daher in den Terzbändern separat gemessen werden.
- E.1.2 Das international normierte Frequenz-Bewertungsverfahren (entsprechende Grössen werden durch den Index «w» gekennzeichnet) gestattet eine summarische Beurteilung durch eine einzige Zahl. Die vorliegende Norm beruht auf Angaben solcher bewerteter Einzah-Grössen. In vielen Fällen empfiehlt es sich jedoch, darüber hinaus die detaillierte Frequenzabhängigkeit der massgebenden Grössen zu betrachten, da sie wertvolle Zusatzinformation enthält.
- E.1.3 Zahlreiche gemessene Bauteile sind in der Dokumentation SIA D 0189 *Bauteildokumentation – Schallschutz im Hochbau* mit Einzah-Kennwerten, Spektrum-Anpassungswerten und dem Frequenzverlauf aufgeführt.

E.2 Luftschall

E.2.1 Kenngrössen: D_{nT} , $D_{nT,w}$, R' , R'_{wr} , C , C_{tr} , ΔL_{LS}

- E.2.1.1 Der Schallschutz gegen Luftschall wird durch die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ zwischen Sende- und Empfangsraum beschrieben ¹.

Die Standard-Schallpegeldifferenz D_{nT} ist wie folgt definiert (EN ISO 140-4):

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{T}{T_0} \quad (\text{dB})$$

- L_1 mittlerer Schalldruckpegel im Senderaum in dB
 L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum in dB
 T Nachhallzeit im Empfangsraum in s
 T_0 Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5$ s

Aus der Gesamtheit der D_{nT} für alle massgebenden Terzbänder werden die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ sowie die Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} nach der Norm EN ISO 717-1 berechnet.

- E.2.1.2 Das Schalldämm-Mass R (Labor) und das Bau-Schalldämm-Mass R' (Bau) drücken das Verhältnis zwischen der auf das Bauteil einfallenden akustischen Leistung (W_1) zur empfangsseitig abgestrahlten Leistung (W_2) unter standardisierten Bedingungen im logarithmischen Massstab aus.

$$R' = 10 \lg \frac{W_1}{W_2} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} \quad (\text{dB})$$

- S Fläche des Trennbauteils in m^2
 A äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum in m^2
 A lässt sich aus der Formel nach Sabine berechnen: $A = 0,16 V/T$
 V Volumen des Empfangsraums in m^3

Zwischen R' und D_{nT} besteht folgende Beziehung:

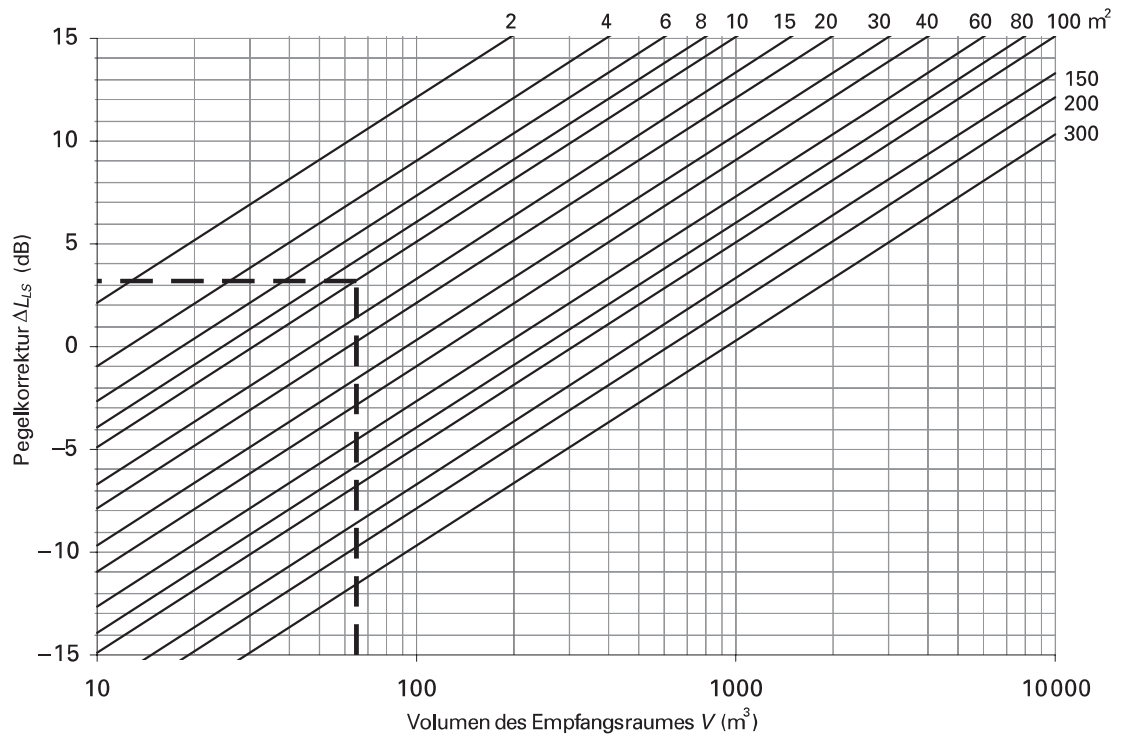
$$D_{nT} = R' + 10 \lg \left(0,16 \frac{V}{T_0 \cdot S} \right) = R' + 10 \lg \frac{V}{S} - 4,9 = R' + \Delta L_{LS} \quad (\text{dB}) \quad \text{mit } \Delta L_{LS} = 10 \lg (V/S) - 4,9 \quad (\text{dB})$$

Bei gegebenem Bau-Schalldämm-Mass R' nimmt die Schallpegeldifferenz D_{nT} mit wachsendem Volumen V des Empfangsraums zu und mit wachsender Fläche S des Trennbauteils ab.

¹ Die Normierung auf die Nachhallzeit bedeutet, dass damit eine durchschnittliche akustische Absorptionsfläche A im Empfangsraum vorausgesetzt wird. Ist die tatsächliche Absorptionsfläche kleiner, was bei sparsamer Möblierung die Regel sein dürfte, wird der Pegel im Empfangsraum höher als die normierte Schallpegeldifferenz erwarten lässt.

Das bewertete Bau-Schalldämm-Mass R'_w ist die entsprechende Einzelgröße nach ISO 717-1.
Die obige Formel gilt näherungsweise auch für Einzangaben: $D_{nT,w} \approx R'_w + \Delta L_{LS}$ (dB)

Figur 10 ΔL_{LS} in Abhängigkeit vom Raumvolumen V (m³) und der Trennbauteilfläche S (m²)



Beispiel 1 $V = 65 \text{ m}^3$ und $S = 10 \text{ m}^2 \rightarrow \Delta L_{LS} = 3,2 \text{ dB}$

Beispiel 2 $V = 600 \text{ m}^3$ und $S = 18 \text{ m}^2 \rightarrow \Delta L_{LS} = 10,3 \text{ dB}$

E.2.2 Bau-Schalldämm-Masse von Bauteilen aus Elementen unterschiedlicher Dämmung

E.2.2.1 Setzt sich ein Trennbauteil der Gesamtfläche S_{res} aus zwei Teilen mit den Flächen S_1 , S_2 und den bewerteten Bau-Schalldämm-Massen R'_{w1} , R'_{w2} zusammen, beträgt das spektral korrigierte resultierende bewertete Bau-Schalldämm-Mass des gesamten Trennbauteils:

$$(R'_w + C)_{res} = -10 \lg \left[\frac{S_1 \cdot 10^{-(R'_{w1} + C)_1/10} + S_2 \cdot 10^{-(R'_{w2} + C)_2/10}}{S_{res}} \right] \text{ (dB)}$$

E.2.2.2 Für mehr als zwei Teile wird die Beziehung erweitert zu:

$$(R'_w + C)_{res} = -10 \lg \left[\frac{\sum_j S_j \cdot 10^{-(R'_{wj} + C)_j/10}}{S_{res}} \right] \text{ (dB)}$$

E.2.2.3 Zur Berechnung des spektral korrigierten bewerteten Bau-Schalldämm-Masses des ersten Bauteils lautet die Formel:

$$(R'_w + C)_1 = -10 \lg \left[\frac{S_{res} \cdot 10^{-(R'_{w2} + C)_2/10} - S_2 \cdot 10^{-(R'_{w2} + C)_2/10}}{S_1} \right] \text{ (dB)}$$

E.2.2.4 Zur Berechnung des spektral korrigierten bewerteten Bau-Schalldämm-Masses des zweiten Bauteils gilt die Formel:

$$(R'_w + C)_2 = -10 \lg \left[\frac{S_{res} \cdot 10^{-(R'_{w1} + C)_1/10} - S_1 \cdot 10^{-(R'_{w1} + C)_1/10}}{S_2} \right] \text{ (dB)}$$

E.2.2.5 Für die Berechnung von $(R' + C_{tr})_{res}$ bzw. den entsprechenden $(R'_w + C_{tr})_1$ und $(R'_w + C_{tr})_2$ ist in den obigen Formeln jeweils C durch C_{tr} zu ersetzen.

E.2.2.6 Beispiel 3

Gegeben: Aussenwand: 17,5 cm Backstein, 10 cm aussenliegende Wärmedämmung, 2 cm Putz

$$\begin{array}{ll} R'_{w1} = 52 \text{ dB}, C = -3 \text{ dB}, C_{tr} = -7 \text{ dB} & S_1 = 10 \text{ m}^2 \\ \text{Fenster: } R'_{w2} = 36 \text{ dB}, C = -1 \text{ dB}, C_{tr} = -3 \text{ dB} & S_2 = 2 \text{ m}^2 \\ & S_{res} = 12 \text{ m}^2 \end{array}$$

Gesucht: Resultierendes spektral korrigiertes bewertetes Schalldämm-Mass $(R'_w + C_{tr})_{res}$

Lösung: Für Aussenbauteile ist der Spektrum-Anpassungswert C_{tr} zu berücksichtigen. Damit folgt:

$$(R' + C_{tr})_{res} = -10 \lg [(10 \cdot 10^{-4,5} + 2 \cdot 10^{-3,3}) / 12] = 39,6 \approx 40 \text{ dB}$$

Für Innenbauteile wäre C statt C_{tr} einzusetzen.

E.2.2.7 Beispiel 4

Gegeben: Erforderliches spektral korrigiertes bewertetes Bau-Schalldämm-Mass der Fassade:

$$\begin{array}{ll} (R'_w + C_{tr})_{res} = 38 \text{ dB} & S_{res} = 12 \text{ m}^2 \\ \text{Mauerwerk: } (R'_w + C_{tr})_1 = 52 - 7 = 45 \text{ dB} & S_1 = 10 \text{ m}^2 \\ \text{Fensterfläche:} & S_2 = 2 \text{ m}^2 \end{array}$$

Projektierungszuschlag: $K_P = 2 \text{ dB}$ (vom Planer situativ bestimmt)

Gesucht: Erforderliches spektral korrigiertes bewertetes Bau-Schalldämm-Mass des Fensters $(R'_w + C_{tr})_2$

$$\text{Lösung: } (R'_w + C_{tr})_2 = -10 \lg [(12 \cdot 10^{-3,8} - 10 \cdot 10^{-4,5}) / 2] + 2 \text{ dB} = 33,0 \approx 33 \text{ dB}$$

E.2.2.8 Beispiel 5

Gegeben: Erforderliches spektral korrigiertes bewertetes Bau-Schalldämm-Mass der Fassade:

$$\begin{array}{ll} (R'_w + C_{tr})_{res} = 43 \text{ dB} & S_{res} = 12 \text{ m}^2 \\ \text{Mauerwerk:} & S_1 = 10 \text{ m}^2 \\ \text{Fenster: } (R'_w + C_{tr})_2 = 37 \text{ dB} & S_2 = 2 \text{ m}^2 \end{array}$$

Projektierungszuschlag: $K_P = 3 \text{ dB}$ (vom Planer situativ bestimmt)

Gesucht: Erforderliches spektral korrigiertes bewertetes Bau-Schalldämm-Mass des Mauerwerks $(R'_w + C_{tr})_1$, damit kein Fenster mit einem bewerteten Bau-Schalldämm-Mass $(R'_w + C_{tr})_2 > 37 \text{ dB}$ benötigt wird.

$$\text{Lösung: } (R'_w + C_{tr})_1 = -10 \lg [(12 \cdot 10^{-4,3} - 2 \cdot 10^{-3,7}) / 10] + 3 \text{ dB} = 49,9 \approx 50 \text{ dB}$$

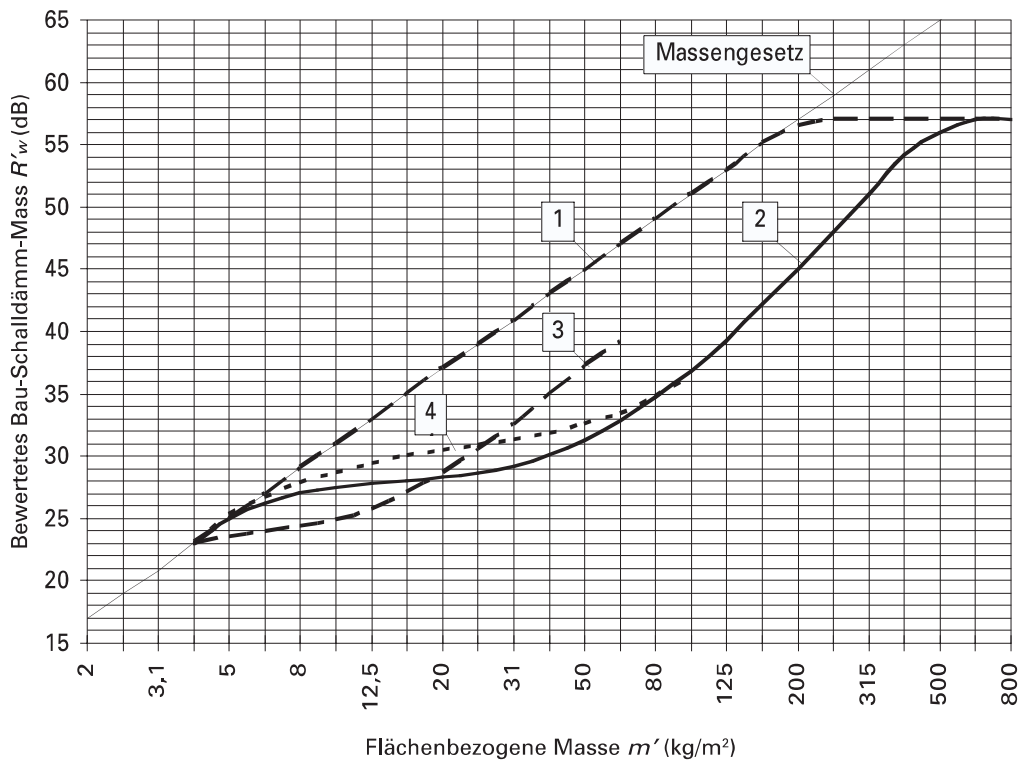
E.2.3 Hinweise zum Luftschall

E.2.3.1 In vielen Fällen wächst die Schalldämmung eines Bauteils mit der Grösse $20 \lg(f \cdot m')$ bei sonst konstanten Materialeigenschaften einschaliger Bauteile, wobei f die Frequenz (Hz) und m' die Flächenmasse (kg/m^2) bedeuten. Somit nimmt die Schalldämmung mit steigender Frequenz zu, wobei schwere Bauteile den Schall besser dämmen als leichte. Diese allgemeine Regel – das «Massengesetz der Bauakustik» – kann sich aber in einzelnen Frequenzbändern durch Spuranpassungseffekte bzw. «Dickenresonanzen» massiv verschlechtern.

E.2.3.2 Zweischalige Bauteile mit weicher Dämmschicht dämmen in der Regel bei gleicher flächenbezogener Masse besser als einschalige. Je nach Frequenz treten jedoch starke Abweichungen von dieser Regel durch Spuranpassungs- und auch Resonanzeffekte auf.

E.2.3.3 Die Schallübertragung über flankierende Bauteile führt regelmässig zu einer Reduktion der Dämmung gegenüber den Labordaten aus Prüfständen mit unterdrückter Flankenübertragung. Je besser die Schalldämmung eines Bauteils ist, desto bedeutender werden die Flankenübertragungen. Diese können normalerweise nicht oder nur ungenügend genau aus Bauteilkatalogen entnommen werden (siehe Ziffer 4.1.1).

Figur 11 Bewertetes Bau-Schalldämm-Mass R'_w einschaliger Bauteile in Funktion der flächenbezogenen Masse m'



Kurve 1: sogenanntes «Massengesetz»; gültig unterhalb der Grenzfrequenz bis $m' \approx 200 \text{ kg/m}^2$, z.B. für dünne Bleche
 $R'_w = 20 M + 11$

Kurve 2: «Gösele-Kurve», gültig für Beton, Mauerwerk und Gips bis $m' \approx 500 \text{ kg/m}^2$
 $R'_w = -15 + 118 M - 119 M^2 + 50,6 M^3 - 7,06 M^4$

Kurve 3: «Lauber-Kurve», gültig für Holz und Holzwerkstoffe bis $m' \approx 65 \text{ kg/m}^2$
 $R'_w = -2,8 + 105 M - 155 M^2 + 98,7 M^3 - 21 M^4$

Kurve 4: «Lauber-Kurve», gültig für Glasscheiben bis $m' \approx 100 \text{ kg/m}^2$
 $R'_w = 9,2 + 30 M - 6,2 M^2 - 7,6 M^3 + 3,3 M^4$

$M = \lg(m')$

m' flächenbezogene Masse in kg/m^2

Die Spektrum-Anpassungswerte sind zusätzlich zu berücksichtigen.

E.2.3.4 Beispiel 6 Luftschall von aussen, Einhaltung erhöhter Anforderungen vertraglich vereinbart

An einer stark befahrenen Strasse wird ein neues Wohnhaus geplant. Die Aussenlärm-Beurteilungspegel betragen tags $L_r = 64 \text{ dB(A)}$ und nachts $L_r = 58 \text{ dB(A)}$. Es sollen geeignete Fenster für einen ausreichenden Schallschutz bestimmt werden. Schlafzimmer mit lichten Raummassen von $5 \times 6 \times 2,5 \text{ m}$, Fensterfläche = $4,8 \text{ m}^2$, Aussenwand mit $R'_w = 52 \text{ dB}$, $C_{tr} = -3 \text{ dB}$.

1. Schritt: Festlegung der Anforderung

Nach Tabelle 1 gilt für Wohnräume (Schlafzimmer) die Lärmempfindlichkeit mittel.

Die Volumenkorrektur beträgt nach Tabelle 2: $C_V = 0$ für $V = 5 \times 6 \times 2,5 = 75 \text{ m}^3$

Für die erhöhten Anforderungen an D_e folgt nach Tabelle 3 mit Zuschlag von 3 dB für erhöhte Anforderungen:

tags: $D_e = L_r - 30 = 64 - 30 = 34 \text{ dB(A)}$

nachts: $D_e = L_r - 22 = 58 - 22 = 36 \text{ dB(A)}$

Massgebend für das Schlafzimmer ist die strengere erhöhte Anforderung nachts von $D_e = 36 \text{ dB}$.

Für externe Quellen ist nachzuweisen:

$$D_{e,d} = D_{e,tot} - K_P = D_{nT,w} + C_{tr} - C_V - K_P \geq D_e$$

2. Schritt: Festlegung der erforderlichen Schalldämmung des Fensters

Raumabschliessende Fassadenfläche: $S_{res} = 6 \times 2,5 = 15 \text{ m}^2$
Anteilige Aussenwandfläche: $S_1 = 15 - 4,8 = 10,2 \text{ m}^2$; $(R'_w + C_{tr})_1 = 52 - 3 = 49 \text{ dB}$
Anteilige Fensterfläche: $S_2 = 4,8 \text{ m}^2$

Mit einem Projektierungszuschlag von 2 dB (vom Planer gewählt) ergibt sich:

$$D_{e,d} = D_{nT,w} + C_{tr} - C_V - 2 \text{ dB} \geq 36 \text{ dB}$$
$$R'_{w,res} + \Delta L_{LS} + C_{tr} - C_V \geq 36 + 2 \text{ dB} = 38 \text{ dB}$$
$$(R'_w + C_{tr})_{res} \geq 38 \text{ dB} - \Delta L_{LS} + C_V = 38 - 2,1 = 35,9 \text{ dB}$$
$$(R'_w + C_{tr})_2 \geq -10 \lg [(15 \cdot 10^{-3,59} - 10,2 \cdot 10^{-4,9}) / 4,8] = 31,1 \approx 31 \text{ dB}$$

3. Schritt: Bestimmung des Fensterfabrikates

Zwei Fensterfabrikate stehen zur Auswahl:

1. $R_w(C, C_{tr}) = 37(-2, -7) \text{ dB}$, d.h. $R_w = 37 \text{ dB}$, $C = -2 \text{ dB}$, $C_{tr} = -7 \text{ dB} \rightarrow (R_w + C_{tr})_2 = 37 - 7 = 30 \text{ dB}$
2. $R_w(C, C_{tr}) = 37(-1, -3) \text{ dB}$, d.h. $R_w = 37 \text{ dB}$, $C = -1 \text{ dB}$, $C_{tr} = -3 \text{ dB} \rightarrow (R_w + C_{tr})_2 = 37 - 3 = 34 \text{ dB}$

Gewählt wird das Fenster 2, weil es die Anforderung erfüllt. Die Flankenübertragung wird hier mit $K_F \approx 0$ vernachlässigt.

E.2.3.5 **Beispiel 7** Luftschall von innen

Eine Trennwand zwischen zwei Wohnräumen soll auf erhöhte Anforderungen bemessen werden. Das Volumen des Empfangsraums beträgt 75 m^3 , die Fläche der Trennwand $12,5 \text{ m}^2$.

1. Schritt: Festlegung der Anforderung

Nach Tabelle 1 gilt für Wohnräume die Lärmempfindlichkeit mittel

Die Volumenkorrektur beträgt nach Tabelle 2: $C_V = 0$ für $V = 75 \text{ m}^3$

Nach Tabelle 4 gilt bei Lärmbelastung mässig mit Zuschlag von 3 dB für die erhöhte Anforderung $D_i = 55 \text{ dB}$.

Für interne Quellen ist nachzuweisen:

$$D_{i,d} = D_{i,tot} - K_P = D_{nT,w} + C - C_V - K_P \geq D_i$$

2. Schritt: Festlegung der erforderlichen Schalldämmung der Trennwand

Mit einem Projektierungszuschlag von 2 dB (vom Planer gewählt) ergibt sich:

$$D_{i,d} = D_{nT,w} + C - C_V - 2 \text{ dB} \geq 55 \text{ dB}$$
$$R'_w + \Delta L_{LS} + C - C_V \geq 55 + 2 \text{ dB} = 57 \text{ dB}$$
$$(R'_w + C) = 57 \text{ dB} - \Delta L_{LS} + C_V \geq 57 - 2,9 = 54,1 \text{ dB}$$

3. Schritt: Bestimmung der Trennbauteilkonstruktion

Zwei Ausführungsvarianten stehen zur Diskussion:

1. Schalldämmendes Mauerwerk 20 cm, beidseitig verputzt:
 $R'_w = 53(-1, -5) \text{ dB}$, d.h. $R'_w = 53 \text{ dB}$, $C = -1 \text{ dB}$, $C_{tr} = -5 \text{ dB} \rightarrow (R'_w + C) = 53 - 1 = 52 \text{ dB}$
erfüllt die erhöhte Anforderung nicht
2. Mauerwerk BN 15 cm, 4 cm Mineralfaserplatte, BN 17,5 cm, verputzt:
 $R'_w = 58(-2, -5) \text{ dB}$, d.h. $R'_w = 58 \text{ dB}$, $C = -2 \text{ dB}$, $C_{tr} = -5 \text{ dB} \rightarrow (R'_w + C) = 58 - 2 = 56 \text{ dB}$

Gewählt wird Variante 2, die die oben genannte erhöhte Anforderung erfüllt.

E.2.4 **Tieffrequente Geräusche**

Für tieffrequente Luftschallimmissionen geringer Intensität gibt es verschiedene Mess- und Bewertungsmethoden, die je nach dem Grad der Komplexität des Problems und der gewünschten Genauigkeit benutzt werden können (z.B. Norm DIN 45680, 1997, Beiblatt 1, oder ÖNORM S 5007, 1996). Für Messungen im Bereich bis 50 Hz ist der Anhang D der Norm EN ISO 140-4 speziell zu beachten. Zur Beurteilung der Luftschalldämmung bei tiefen Frequenzen dient neben hohen bewerteten Bau-Schalldämm-Massen R'_w auch ein betragsmässig geringer Spektrum-Anpassungswert C_{tr} . Dessen Berücksichtigung wird z.B. auch bei der Planung von Trennbauteilen gegenüber Musikübungsräumen bzw. gegenüber Räumen mit vergleichbaren Nutzungen empfohlen.

E.3 Trittschall

E.3.1 Kenngrössen: L'_{nT} , $L'_{nT,w}$, L'_n , $L'_{n,w}$, C_l , ΔL_{TS} , ΔL_w

E.3.1.1 Der Schallschutz gegen Trittschall wird durch den bewerteten Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ im Empfangsraum beschrieben.

Der Standard-Trittschallpegel L'_{nT} ist wie folgt definiert (ISO 140-7):

$$L'_{nT} = L_2 - 10 \lg (T/T_0) \quad (\text{dB})$$

L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum in dB

T Nachhallzeit im Empfangsraum in s

T_0 Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5$ s

Aus der Gesamtheit der L'_{nT} für alle massgebenden Terzbänder werden der bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ sowie der Spektrum-Anpassungswert C_l nach ISO 717-2 berechnet.

E.3.1.2 Der Norm-Trittschallpegel L'_n beschreibt den Empfangsraumpegel bei Anregung mit dem Normhammerwerk, korrigiert auf die Bezugs-Schallabsorptionsfläche A_0 .

$$L'_n = L_2 + 10 \lg (A/A_0) \quad (\text{dB})$$

A äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum in m^2

A lässt sich aus der Formel nach Sabine berechnen: $A = 0,16 V/T$

A_0 Bezugs-Schallabsorptionsfläche (10 m^2)

V Volumen des Empfangsraums in m^3

Zwischen L'_{nT} und L'_n besteht folgende Beziehung:

$$L'_{nT} = L'_n - 10 \lg (V) + 10 \lg (A_0 \cdot T_0/0,16) = L'_n - 10 \lg (V) + 14,9 = L'_n + \Delta L_{TS} \quad (\text{dB})$$

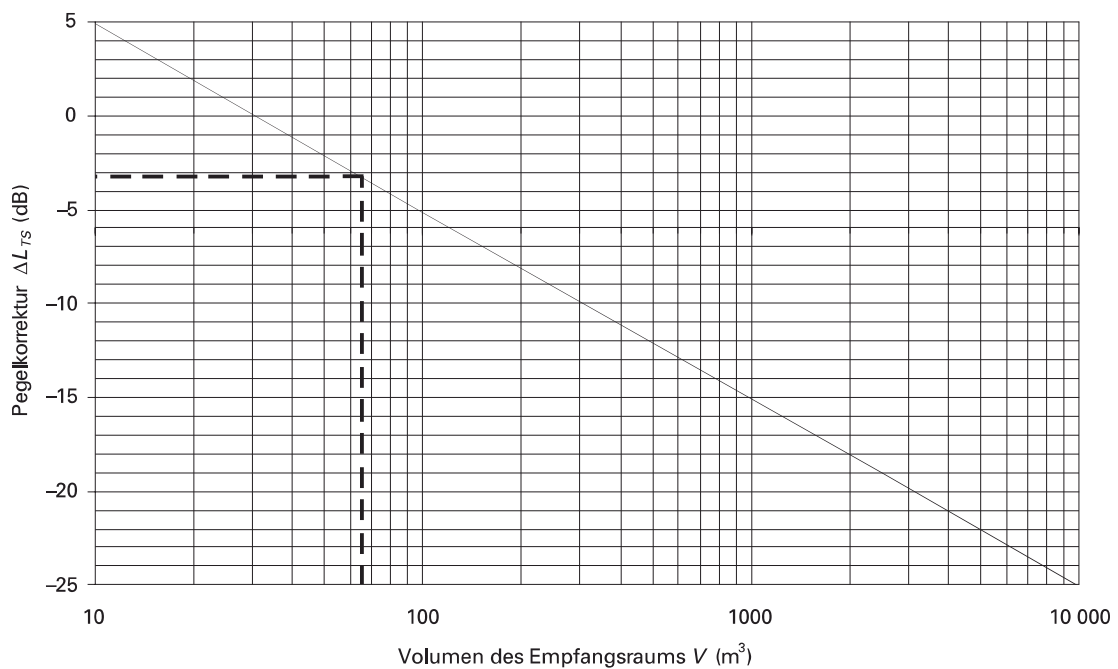
$$\text{mit } \Delta L_{TS} = 14,9 - 10 \lg (V) \quad (\text{dB})$$

Bei gegebenem bewertetem Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ nimmt der bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ mit zunehmendem Volumen V des Empfangsraums ab. Der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ ist die entsprechende Einzelgrösse nach ISO 717-2.

Die obige Formel gilt näherungsweise auch für Einzelangaben:

$$L'_{nT,w} \approx L'_{n,w} + \Delta L_{TS} \quad (\text{dB})$$

Figur 12 ΔL_{TS} in Abhängigkeit vom Raumvolumen V



Beispiel 8 $V = 65 \text{ m}^3 \rightarrow \Delta L_{LS} = -3,2 \text{ dB}$

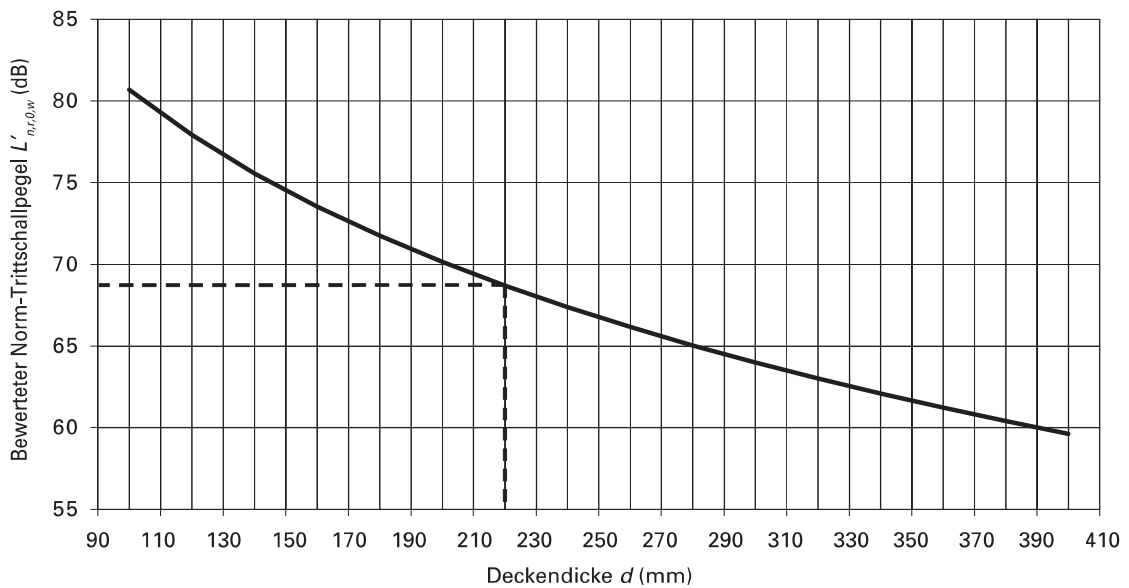
Beispiel 9 $V = 200 \text{ m}^3 \rightarrow \Delta L_{LS} = -8,1 \text{ dB}$

ΔL_w in dB ist die Differenz der bewerteten Norm-Trittschallpegel einer massiven Rohdecke mit und ohne Deckenauflage, ermittelt nach dem Verfahren gemäss ISO 717-2.

E.3.2 Hinweise zum Trittschall

- E.3.2.1 Trittschallstörungen werden am besten verhindert, indem man die Entstehung des Trittschalls unterbindet. Dies geschieht z.B. durch elastische Gehbeläge wie Teppiche oder Ähnliches. Harte Gehbeläge mindern die Trittschallübertragung in der Regel nur wenig.
- E.3.2.2 Um die Weiterleitung von Trittschall im Bauwerk zu verhindern, können ganze Bodenplatten elastisch gelagert werden (schwimmende Unterlagsböden). Wichtig ist dabei die Verwendung von Dämmmaterialien mit geringer dynamischer Steifigkeit und ausreichender Dicke sowie die Vermeidung nichtelastischer Verbindungen (Schallbrücken) sowohl in der Fläche als auch an den Rändern. Mangelnde Sorgfalt bei der Ausführung kann eine gut geplante Trittschalldämmung weitgehend unwirksam machen.
- E.3.2.3 Bei elastischer Lagerung der Bodenplatte bildet diese zusammen mit der Dämmschicht ein schwingfähiges System, dessen Resonanzfrequenz mit der Steifigkeit der elastischen Unterlage steigt und mit der Masse der Bodenplatte sinkt. Eine wirksame Trittschalldämmung beginnt erst etwa bei der 1,5-fachen Resonanzfrequenz der Bodenkonstruktion. Erforderlich ist eine genügend schwere Bodenplatte (schwimmender Unterlagsboden) auf einer genügend weichen Unterlage.
- E.3.2.4 Der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,r,0,w}$ für Stahlbeton-Rohdecken kann aus der Grafik in Figur 13 abgeschätzt werden. Leichtbaudecken können nicht nach dem beschriebenen Verfahren dimensioniert werden. Dazu müssen die Fachliteratur und Messungen konsultiert werden (siehe ISO 140-11).
- E.3.2.5 Die Schallübertragung über flankierende Bauteile führt regelmässig zu einer Reduktion der Schalldämmung gegenüber den Labordaten aus Prüfständen mit unterdrückter Flankenübertragung (siehe Ziffer 4.1.1).

Figur 13 Abschätzung bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,r,0,w}$ für Beton-Rohdecken



Beispiel 10 Deckendicke = 220 mm, aus Figur 13 $\rightarrow L'_{n,r,0,w} \approx 69$ dB

E.3.2.6 **Beispiel 11** Trittschall

Eine Trenndecke zwischen zwei Wohnräumen soll auf die erhöhten Anforderungen bemessen werden. Die Dicke der vorgesehenen Betondecke beträgt 22 cm. Es ist ein schwimmender Unterlagsboden auf einer Trittschalldämmung geplant. Das Volumen des Empfangsraums beträgt 75 m^3 .

1. Schritt: Festlegung der Anforderung

Nach Tabelle 1 gilt für Wohnräume die Lärmempfindlichkeit mittel.

Die Volumenkorrektur beträgt nach Tabelle 2: $C_V = 0$ für $V = 75 \text{ m}^3$.

Nach Tabelle 5 gilt für die Lärmbelastung mässig mit Abzug von 3 dB die erhöhte Anforderung: $L' = 50$ dB.

Für Trittschall ist nachzuweisen:

$$L'_d = L'_{tot} + K_P = L'_{nT,w} + C_I + C_V + K_P \leq L' \text{ (dB)}$$

2. Schritt: Festlegung der erforderlichen Trittschalldämmung der Deckenkonstruktion

Mit einem Projektierungszuschlag von 2 dB (vom Planer gewählt) ergibt sich:

$$L'_d = L'_{nT,w} + C_I + C_V + 2 \text{ dB} \leq 50 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} + \Delta L_{TS} + C_I + C_V \leq 50 - 2 \text{ dB} = 48 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} + C_I \leq 48 \text{ dB} - \Delta L_{TS} - C_V = 48 + 3,9 \text{ dB} = 51,9 \text{ dB} \approx 52 \text{ dB}$$

Der Spektrum-Anpassungswert C_I beträgt bei schwimmenden Unterlagsböden erfahrungsgemäss ca. 0 bis +2 dB. Der erforderliche bewertete Norm-Trittschallpegel der Deckenkonstruktion beträgt somit

$$L'_{n,w} = \text{ca. } 52 \text{ dB} - 2 \text{ dB} \approx 50 \text{ dB}$$

3. Schritt: Bestimmung der erforderlichen Trittschallminderung (Trittschall-Verbesserungsmass) ΔL_w (unter Vernachlässigung der Spektrum-Anpassungswerte)

Der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,r,0,w}$ einer 22 cm dicken Betonrohdecke beträgt nach Figur 13 ca. 69 dB.

Die nötige Trittschallminderung beträgt somit

$$\Delta L_w = L'_{n,r,0,w} - L'_{n,w \text{ er}} = 69 - 50 = 19 \text{ dB.}$$

Dieser Wert wird von marktüblichen schwimmenden Unterlagsböden bei fachgerechter Ausführung in der Regel übertroffen.

E.3.3 **Tieffrequente Trittschallimmissionen**

Leichte Bauteile, wie sie beispielsweise in Holz- bzw. Leichtbauten, aber auch bei dünnen schwimmenden Unterlagsböden üblich sind, führen insbesondere beim Trittschall zu Problemen in den tiefen Frequenzen. Diese werden mit dem üblichen Verfahren gemäss den Normen EN ISO 140-7 und EN ISO 717-2 nur ungenügend erfasst. Wo solche Probleme auftreten können, empfiehlt sich eine Beurteilung nach einer alternativen Methode, z.B. nach ISO 717-2, Anhang A. Danach kann eine Bewertung bis 50 Hz auch mit Berücksichtigung eines Spektrum-Anpassungswerts $C_{l, 50-2500}$ erfolgen. Für Messungen im Bereich bis 50 Hz ist der Anhang C von ISO 140-7 speziell zu beachten.

E.4 **Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude**

E.4.1 Haustechnische Anlagen erzeugen Körperschall, der sich im Gebäude ausbreitet und als Luftschall abgestrahlt wird. Solche Störungen werden vermieden, indem Trägheitskräfte durch konstruktive Vorkehrungen klein gehalten und Übertragungen von Schwingungen durch elastische Lagerung (akustische Entkoppelung der haustechnischen Anlage vom übrigen Baukörper) eingeschränkt werden. Es kommen die gleichen Prinzipien zur Anwendung wie beim Trittschall. Besondere Beachtung ist den Resonanzerscheinungen zu widmen.

E.4.2 Typische Quellen haustechnischer Geräusche sind sanitäre Installationen (Frischwasser, Abwasser, Hantieren an Waschtischen), Kücheneinrichtungen (Türen und Schubladen in Küchenmöbeln, Hantieren auf Arbeitsflächen, Küchenmaschinen), Heizungen, Liftanlagen, Ventilatoren, elektrische Leistungsschalter und Transformatoren.

E.4.3 Bei der Bewertung von Geräuschen haustechnischer Anlagen werden sowohl absorbierende Raumausstattung als auch Ton- bzw. Impulshaltigkeit über Korrekturwerte berücksichtigt. Damit werden u.a. auch speziell tieffrequente Dauergeräusche pauschal bewertet. Entsprechende Kenntnisse über die Art der Geräuschemissionen werden also bereits im Projektierungsstadium benötigt.

E.4.4 Für tieffrequente Geräusche geringer Intensität gibt es verschiedene Mess- und Bewertungsmethoden, die je nach dem Grad der Komplexität des Problems und der gewünschten Genauigkeit benutzt werden können ¹. Spezielle Festlegungen gelten für den Schallschutz in der Nacht gegenüber Lokalen mit Musik und Produktionsbetrieben mit tieffrequenten Emissionen nach Anhang A.

E.5 **Abgestrahlter Körperschall**

Verschiedene technische Anlagen erzeugen Körperschall, der in weiter entfernten Räumen des gleichen Gebäudes oder in benachbarten Bauten als belästigender Luftschall wahrgenommen wird.

Die Übertragungsmechanismen der Körperschall-Schwingungen bewirken ein starkes Überwiegen tieffrequenter Schallabstrahlung. Zur Vermeidung von Störungen müssen daher auch mögliche Resonanzerscheinungen berücksichtigt werden. Bei der Planung von Neubauten in Gebieten mit bereits vorhandenen Körperschallquellen ist der Beizug von erfahrenen Spezialisten unerlässlich.

¹ Siehe dazu z.B. Norm DIN 45680, 1997, Beiblatt 1, oder ÖNORM S 5007, 1996, mit einem Verfahren, bei welchem der L_{Aeq} dB(A) und der L_{Ceq} dB(C) eines Geräusches gemessen werden; beträgt die Differenz zwischen dem L_{Aeq} dB(A) und dem L_{Ceq} dB(C) hiernach mehr als 5 dB, ist dies ein Hinweis auf das Vorhandensein relevanter tieffrequenter Geräuschanteile.

Anhang F (informativ)

Berechnung der bauakustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Eigenschaften der Teile

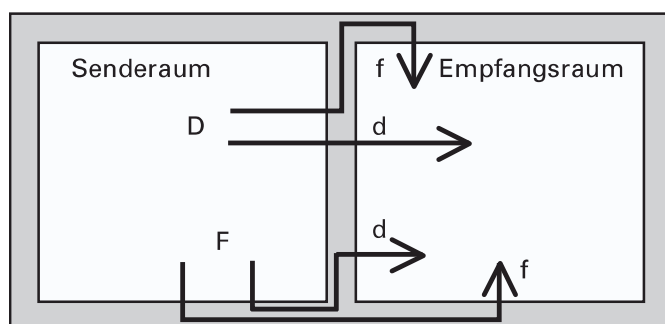
F.1 Orientierung

- F.1.1 Das technische Komitee TC 126 der europäischen Normenorganisation CEN hat sich mehrere Jahre mit der Entwicklung einer Methode befasst, welche die Berechnung des Schallschutzes in einem Gebäude gestattet, wenn die akustischen Eigenschaften der Teile bekannt sind, beispielsweise aus einem Bauteilkatalog. Diese Methode ist seit 1999 als Norm EN 12354 gültig. Sie beruht auf der «Statistischen Energie-Analyse» SEA und berechnet die Schallenergieflüsse in einem Bau, in dem neben den Schalldämm-Massen R der Bauteile auch deren innere Verluste und die Verluste an den Stossstellen bekannt sind. Die inneren Verluste lassen sich aus der Struktur-Nachhallzeit bestimmen, die Stossstellen-Dämpfung aus der Messung der Schnellepegel-Differenzen.
- F.1.2 In die Berechnung werden neben dem direkten Schallweg durch den Trennbauteil 12 Nebenwege über die flankierenden Bauteile einbezogen.
- F.1.3 Die Methode verspricht zuverlässige Resultate, wenn alle Eigenschaften mit genügender Genauigkeit bekannt sind. Hier besteht jedoch einstweilen noch eine grosse Wissenslücke, da verschiedene der benötigten Kennwerte zu akustischen Eigenschaften diverser Bauteile noch nicht ermittelt sind. Es wird also längere Zeit dauern, bis diese Kennwerte bekannt sind; vorläufig ist mit Näherungen zu rechnen. Dazu kommt, dass in der Praxis der berechnete Wert oft nicht erreicht wird, weil die Ausführungsqualität nicht genügt.

F.2 Die Grundlagen und Ideen der Normenreihe EN 12354

- F.2.1 Im allgemeinen Fall liegen z.B. für eine Trennwand je zwei Wand-Wand-Anschlüsse und zwei Wand-Decken-Anschlüsse (Knoten) mit jeweils drei Flankenwegen vor. Damit ergeben sich für die gesamte Schallübertragung $(2+2) \times 3 = 12$ Flankenweganteile (F_d , D_f oder F_f) sowie 1 Direktweganteil (D_d) und damit total 13 Schallweganteile.

Figur 14 Direkter Schallweg D_d und verschiedene Flankenwege F_d , D_f und F_f

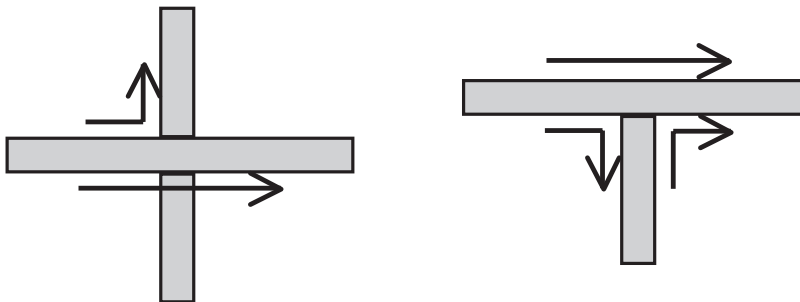


- F.2.2 Im Sonderfall der akustischen Entkoppelung der Trennwand von Decken und Flankenwänden (z.B. bei leichter Trennwand mit massiven Flankenwänden und Decken) entfallen die Schallübertragungen über die Flankenwege F_d und D_f . Mit dieser Vereinfachung ergeben sich 4 Flankenweganteile (F_f) und 1 Direktweganteil (D_d), total 5 Schallweganteile.
- F.2.3 Die Schallenergien auf dem direkten und den verschiedenen indirekten Schallwegen werden addiert. Dazu wird jeder Schallweg durch ein Schalldämm-Mass R charakterisiert.
- F.2.4 Das Schalldämm-Mass R_{Dd} wird aus Messungen im nebenwegfreien Prüfstand gewonnen. Fehlen solche, steht eine Näherungsformel zur Verfügung.

- F.2.5 Die Flankendämm-Masse R_{Fd} , R_{Df} und R_{Ff} setzen sich aus drei Anteilen zusammen:
- dem arithmetischen Mittelwert der gewöhnlichen Schalldämm-Masse der beiden beteiligten Bauteile, allenfalls ergänzt durch Verbesserungsmasse für Vorsatzschalen;
 - dem Stossstellen-Dämm-Mass K_{ij} für die beiden Bauteile;
 - einem Korrekturterm, der die Fläche des Trennbauteils dividiert durch die gemeinsame Länge der Berührungskante in der Stossstelle enthält.

- F.2.6 Die Grösse K_{ij} ist wiederum aus verschiedenen Beiträgen zusammengesetzt. Sie berücksichtigt die Verluste in der Stossstelle in Form empirischer Werte, welche von der Topologie der Bauteilverbindung abhängen. Man unterscheidet Stossstellen vom Kreuztyp, T-Typ und L-Typ, wobei Kreuz- und T-Typ gerade oder im Winkel durchlaufen werden können (Figur 15). Die Verluste in der Stossstelle werden jedoch auch durch die innere Dämpfung des Bauteilmaterials mitbestimmt, welche sich in der «Struktur-Nachhallzeit» ausdrückt.

Figur 15 Das Stossstellen-Dämm-Mass K_{ij} hängt von der Konfiguration der Bauteile und dem Typus des Schallwegs ab: Kreuz- und T-Übergang, mit unterschiedlichen Wegen



- F.2.7 Messtechnisch lassen sich die Grössen K_{ij} aus dem Verhältnis der Schwinggeschwindigkeiten diesseits und jenseits der Stossstelle und aus der Körperschallnachhallzeit ermitteln. Auf Grund dieser Angaben lässt sich der Energiefluss für den direkten Schallweg durch den Bauteil und die wichtigsten Nebenwege getrennt berechnen. Aus ihrer Summe folgt die gesamte übertragene Schallleistung. Darüber hinaus lässt sich aber auch die Bedeutung der Nebenwege erkennen und damit die beste Strategie zur Verbesserung ermitteln, falls eine gewählte Konstruktion die Anforderungen noch nicht erfüllt.

- F.2.8 Die Berechnungsbeispiele zu massiven Wand-Decken-Konstruktionen in der Norm EN 12354-1, Anhang H, zeigen, dass durch die Flankenübertragung die Schalldämmung um bis zu ca. 5 dB vermindert werden kann. Weitere Details sind den angeführten Normen und der dort angeführten Literatur zu entnehmen.

Anhang G (informativ)

Empfehlungen zum Schallschutz innerhalb von Nutzungseinheiten

G.1 Luft- und Trittschallschutz

Die Norm SIA 181 regelt den Schallschutz zwischen verschiedenen Nutzungseinheiten. Als Hilfe für die Planer und als Grundlage für entsprechende vertragliche Vereinbarungen enthält die nachfolgende Tabelle Empfehlungen für den Schallschutz zwischen Räumen innerhalb einer Nutzungseinheit. Dazu sollten die bauakustischen Anforderungen an Türen, ausgenommen Wohnungs- und Hauseingangstüren, über deren bewertete Schalldämm-Masse R_w aus Eignungstests im Labor festgelegt werden. Die Gebäudehülle inklusive Fenster ist nach Ziffer 3.1.1 der Norm für Luftschall externer Quellen zu beurteilen.

In den Tabellen 15 und 16 erfolgt die Zuordnung der Anforderungen zur Raumnutzung zu den Schallarten und den Komfortstufen (Stufe 1 mit niedrigeren und Stufe 2 mit höheren Anforderungen).

Tabelle 15 Empfehlungen für Trennbauteile innerhalb einer Nutzungseinheit D_i bzw. L' in dB

Nutzung	Raum 1 ¹	Raum 2 ¹	Empfehlung Luftschall		Empfehlung Trittschall	
			Stufe 1	Stufe 2	Stufe 1	Stufe 2
Wohnen	Schlafen	Schlafen	40	45	55	50
	Schlafen	Wohnen	40	45	55	50
	Schlafen	Nasszelle	40	45	55	50
	Schlafen	Arbeiten	40	45	55	50
Büro	Büro	Büro	35	40	60	55
	Büro	Sitzung	40	45	60	55
	Büro	Direktion	45	50	60	55
	Korridor	Büro	30	35	60	55
	Sitzung	Direktion	45	50	60	55
	Korridor	Direktion	35	40	60	55
	Sitzung	Sitzung	40	45	60	55
	Korridor	Sitzung	30	35	60	55
Schule	Klasse	Klasse	45	50	60	55
	Korridor	Klasse	35	40	60	55
	Musikzimmer	Klasse	55	60	50	45
	Musikzimmer	Musikzimmer	55	60	50	45
	Werken	Klasse	50	55	50	45
	Werken	Werken	45	50	50	45
Hotel	Zimmer	Zimmer	50	55	55	50
	Korridor	Zimmer	40	45	55	50
	Zimmer	Betrieb	55	60	50	45
Altersheim, Spital	Zimmer	Zimmer	50	55	55	50
	Korridor	Zimmer	30	35	55	50
Räume für Sozial- kontakte ²	Zimmer	Zimmer	50	55	55	50
	Zimmer	Korridor	35	40	55	50

¹ Empfehlungen für Räume ohne Einfluss der Türen und offener Treppen (Messung mit Vorsatzschalen).

² Räume, zwischen denen keine Sprachverständlichkeit gegeben sein darf (z.B. Praxis, Sozialamt).

G.2 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

Durch Dauergeräusche haustechnischer Anlagen innerhalb einer Nutzungseinheit sollten die Pegel $L_{H,tot}$ gemäss Tabelle 16 nicht überschritten werden.

Tabelle 16 Empfehlungen für L_H in dB(A) innerhalb einer Nutzungseinheit

Nutzung	Dauergeräusche	
	Empfehlung Stufe 1	Empfehlung Stufe 2
Schlaf- und Kinderzimmer	30	25
Wohnen, Büro, Arbeitszimmer, Altersheim, Spital, Hotel	35	30

Anhang H (informativ)

Subjektive Empfindung des Schallschutzes in Abhängigkeit vom Grundgeräusch

Bei der Festlegung des Schallschutzes können auch subjektive Beurteilungskriterien von Bedeutung sein, wie sie in den Tabellen 17 und 18 aufgeführt sind. Als Grundgeräusch wird der Schalldruckpegel im eigenen Raum (Empfangsraum) definiert.

Tabelle 17 Subjektive Empfindung des Luftschallschutzes zwischen Räumen in Abhängigkeit vom Grundgeräusch

Spektral- und volumenkorrigierte bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{i,tot}$ in dB		Sprachverständlichkeit von normaler Unterhaltungssprache
Grundgeräusch 20 dB(A)	Grundgeräusch 30 dB(A)	
65	55	kaum hörbar
55	45	hörbar, jedoch nicht zu verstehen
50	40	teilweise zu verstehen
40	30	gut zu verstehen

Tabelle 17 zeigt deutlich, dass die Beurteilung der Qualität des Luftschallschutzes in hohem Masse vom vorhandenen Grundgeräusch abhängt. In einer ruhigen Umgebung sollte daher der Schallschutz zwischen Räumen besonders gut sein.

Tabelle 18 Subjektive Empfindung des Trittschallschutzes zwischen Räumen

Spektral- und volumenkorrigierter bewerteter Standard-Trittschallpegel L'_{tot} in dB		Normales Gehen mit Strassen- oder Hausschuhen	Rennen von Kindern, Barfussgehen	Möbelrücken, mehrere tobende Kinder
Grundgeräusch 20 dB(A)	Grundgeräusch 30 dB(A)			
60	70	gut hörbar	sehr gut hörbar	äusserst gut hörbar
55	65	hörbar	gut hörbar	äusserst gut hörbar
50	60	schwach hörbar	hörbar	sehr gut hörbar
45	55	unhörbar	schwach hörbar	gut hörbar
40	50	unhörbar	unhörbar	hörbar
35	45	unhörbar	unhörbar	schwach hörbar

Im Zusammenhang mit der subjektiven Empfindung des Trittschallschutzes nach Tabelle 18 ist neben der Art des Bodenbelages auch die Art des Begehens bzw. des Schuhwerkes von Bedeutung. Diesbezüglich negative Auswirkungen zeigen sich öfters bei harten Gehbelägen.

Innerhalb einer Nutzungseinheit kann es beim Begehen harter Bodenbeläge zu unangenehmen Dröhneffekten kommen. Die genannten Effekte treten infolge Eigenschwingungen der beteiligten Konstruktionselemente auf. Die zugehörige Geräuschart wird als Geh- oder Raumschall bezeichnet.

Anhang J (informativ)

Aufgaben der Vertragspartner

J.1 Grundsatz

J.1.1 Die Aufgaben der Vertragspartner sind vertraglich zu regeln.

J.2 Aufgaben der Beteiligten bei der Ausführung

J.2.1 Der Bauherr bzw. die von ihm beauftragten Fachleute sind verantwortlich für:

- Kontrolle der gelieferten Materialien;
- Überwachung der Bauausführung auf Grund der in den Plänen, im Baubeschrieb und in den Werkverträgen festgehaltenen Schallschutzmassnahmen;
- Abnahme;
- Beizug von Spezialisten, falls Kontrolle, Überwachung und Abnahme der Schallschutzmassnahmen spezielle Kenntnisse oder Massnahmen erfordern.

J.2.2 Der Unternehmer sorgt für die fachgerechte Ausführung der in den Werkverträgen festgehaltenen Schallschutzmassnahmen, insbesondere durch

- Einsatz bauakustisch informierten Personals;
- Instruktion des Personals über die massgebenden Anforderungen;
- Berücksichtigung der schallschutztechnischen Anforderungen bei der Bauausführung, so dass unplanmässige Übertragungen von Körperschall (Schallbrücken) und Luftschall (Leckagen) vermieden werden;
- rechtzeitige Orientierung des Bauherrn, wenn die Ausführung der vereinbarten Schallschutzmassnahmen durch Massnahmen Dritter in Frage gestellt ist und die Einhaltung der Anforderungen nicht sichergestellt werden kann;
- Aufforderung an den Bauherrn zu Zwischenabnahmen für bauakustisch relevante Teilleistungen.

Abkürzungen der in der Kommission SIA 181 vertretenen Organisationen

BAFU	Bundesamt für Umwelt (seit 1.1.2006)
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (bis 31.12.2005)
EMPA	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
SGA	Schweizerische Gesellschaft für Akustik
Suva	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt

Kommission SIA 181

Präsident	Frieder Emrich, Dipl.-Ing., Dübendorf	EMPA
Mitglieder	Prof. Robert Beffa, arch. dipl. EAUG, Genf Markus Bichsel, dipl. Ing. FH, Bern Dr. sc. Victor Desarnaulds, dipl. phys. EPFL, Lausanne Dr. Sandro Ferrari, Bern Hannes Gubler, dipl. Ing. ETH, Zollikon Hans Huber, dipl. phil. II, Zürich Dr. phil. nat. Walter Krebs, dipl. Phys., Dübendorf Fredi Leuthardt, dipl. Ing. FH, Brüttisellen Walter Lips, dipl. Ing. FH, Luzern	Ingenieurschule Projektierung, Beratung SGA BAFU SIA Behörde EMPA Projektierung, Beratung Suva
Experte	Dr. sc. nat. Tommaso Meloni, Bern	BAFU
ehemalige Mitglieder	Dr. Robert Hofmann, EMPA, Kommissionspräsident Charles Brulhart, BUWAL Dr. Denis Geinoz, Projektierung, Beratung Hans-Jörg Grolimund, Projektierung, Beratung Georg Stupp, EMPA	bis 2001 bis 2004 bis 2002 bis 2001 bis 2001

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen und Ordnungen des SIA hat die vorliegende Norm SIA 181 am 30. Mai 2005 genehmigt.

Sie ist gültig ab 1. Juni 2006.

Sie ersetzt die Norm SIA 181 vom 1. Oktober 1988.

Copyright © 2006 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie, CD-ROM usw.), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung, sind vorbehalten.

Ersetzt Norm SIA 181, Ausgabe 1988

Protection contre le bruit dans le bâtiment
La protezione dal rumore nelle costruzioni edilizie

Schallschutz im Hochbau



Der SIA haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

2006-01 1. Auflage
2006-09 2. Auflage

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Vorwort	4	Anhang	
0 Geltungsbereich	5	A (normativ) Schallschutz in der Nacht gegenüber Lokalen mit Musik und Produktionsbetrieben mit tieffrequenten Emissionen	34
0.1 Abgrenzung	5	B (normativ) Bemessung und Bewertung des Schallschutzes	36
0.2 Normative Verweise	6	B.1 Messung bauakustischer Kennwerte ..	36
0.3 Ergänzende Hinweise	7	B.2 Messung des bewerteten Standard-Trittschallpegels $L'_{nT,w}$	41
1 Verständigung	8	B.3 Messung von Geräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude	41
1.1 Allgemeines	8	B.4 Messgeräte	46
1.2 Luftschall	11	B.5 Messung von abgestrahltem Körperschall	46
1.3 Trittschall	15	B.6 Normspektren zur Bewertung des Schallschutzes	46
1.4 Körperschall	17	C (informativ) Erläuterung der Rechtsgrundlagen	48
1.5 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude .	17	D (informativ) Planungshinweise	49
2 Grundsätze	19	E (informativ) Bauakustische Nachweise mit Berechnungsbeispielen	51
2.1 Allgemeines	19	E.1 Allgemeines	51
2.2 Anforderungsstufen	19	E.2 Luftschall	51
2.3 Lärmempfindlichkeit	20	E.3 Trittschall	56
2.4 Volumenkorrektur C_v	20	E.4 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude .	59
3 Anforderungen	21	E.5 Abgestrahlter Körperschall	59
3.1 Externe Quellen	21	F (informativ) Berechnung der bauakustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Eigenschaften der Teile	60
3.2 Interne Quellen	22	G (informativ) Empfehlungen zum Schallschutz innerhalb von Nutzungseinheiten	62
3.3 Raumakustische Anforderungen an Unterrichtsräume und Sporthallen ...	28	H (informativ) Subjektive Empfindung des Schallschutzes in Abhängigkeit vom Grundgeräusch	64
4 Nachweise	30	J (informativ) Aufgaben der Vertragspartner	65
4.1 Allgemeines	30		
4.2 Luftschall externer oder interner Quellen	31		
4.3 Trittschall	32		
4.4 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude .	32		
4.5 Abgestrahlter Körperschall	32		
4.6 Nachhallzeit in Unterrichtsräumen und Sporthallen	33		

VORWORT

Die erste schweizerische Richtlinie zum baulichen Schallschutz erschien im Jahre 1970 als Empfehlung SIA 181, *Empfehlung für Schallschutz im Wohnungsbau*. Bereits in dieser Fassung waren Mindestanforderungen und erhöhte Anforderungen für Luft- und Trittschall und für Geräusche von haustechnischen Installationen und gewerblichen Anlagen festgelegt. Der Schallschutz gegen Aussenlärm wurde nach Rubriken nachts, tags und nach Häufigkeit des Auftretens bestimmt. In den Darstellungen wurde deutlich auf Nebenweg- bzw. Flankenübertragungen hingewiesen.

Ab 1976 ersetzte die Norm SIA 181 *Schallschutz im Wohnungsbau* die entsprechende vorherige Empfehlung. Die Fassung 1976 enthielt neben einer detaillierteren Gliederung im Anhang eine empirische Massenkurve nach Gösele und einfache Beispiele zur Ermittlung von Planungswerten. Dabei wurden Messunsicherheiten und Alterungseinflüsse zur ungünstigen Seite hin berücksichtigt.

Die Norm SIA 181 *Schallschutz im Hochbau*, Ausgabe 1988, trug der Weiterentwicklung der Prüfnormen und der eidgenössischen Lärmschutz-Verordnung (LSV) Rechnung. Lärmempfindlichkeit und Grad der Lärmbelastung wurden wesentliche Einstufungskriterien. Bei Geräuschen haustechnischer Anlagen wurde nun systematisch zwischen Funktions- und Benutzungsgeräuschen sowie zwischen Einzel- und Dauergeräuschen unterschieden. Umfangreichere Anhänge lieferten Projektierungshilfen mit Beispielen und Anleitungen zur Durchführung und Bewertung von Messungen.

Der Bedarf für die vorliegende Normenfassung ist durch die Fortentwicklung der internationalen Normung und im gestiegenen Ruhebedürfnis der Bevölkerung begründet. Dabei richtet sich auch diese Ausgabe der Norm an der Schutzaufgabe aus und bietet (ausser im informativen Anhang) keine «Komfortklassen».

Die Änderungen in der vorliegenden Norm erfolgen nach den Gesichtspunkten:

- neue Gliederung der Anforderungen nach internen und externen Quellen;
- Berücksichtigung aktueller EN- bzw. ISO-Prüf-, Bewertungs- und Prognosenormen für den Schallschutz im Hochbau mit anteiliger Beibehaltung der Messvorschriften für die Gebäudehülle und deren Bauteile;
- obligatorische Berücksichtigung der Spektrum-Anpassungswerte C , C_{tr} und C_l in Nachweisen zum Luft- bzw. Trittschallschutz;
- Hinweise auf Nachweise zum abgestrahlten Körperschall entsprechend der künftigen eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen;
- Einführung der Volumenkorrektur C_V als Ersatz für die volumenabhängige Bezugsnachhallzeit T_0 in Norm SIA 181 (1988);
- Verfahren zur Simulation haustechnischer Benutzungsgeräusche;
- Schallschutz gegenüber Lokalen mit Musik oder Produktionsbetrieben mit tieffrequenten Emissionen (nachts);
- Berücksichtigung der Hörsamkeit in Räumen mit Verweis auf die Norm DIN 18041;
- Empfehlungen für den Schallschutz innerhalb von Nutzungseinheiten.

Kommission SIA 181

In dieser Norm ist der Übersichtlichkeit halber für Funktionsbezeichnungen immer die männliche Form gewählt. Die Aussagen gelten in gleicher Form auch für Funktionsträgerinnen.

0 GELTUNGSBEREICH

0.1 Abgrenzung

- 0.1.1 Die Norm SIA 181 gilt für den baulichen Schutz gegenüber externen und internen Lärmquellen sowie von externen und internen Quellen abgestrahltem Körperschall bezogen auf Nutzungseinheiten in Neu- und Umbauten (siehe Ziffer 0.1.8) für Aussenbauteile, Trennbauteile, Treppen, haustechnische Anlagen und feste Einrichtungen im Gebäude. Das gilt auch für Umnutzungen und bauakustisch relevante Nutzungsänderungen. Fragen der Verhältnismässigkeit von bauakustischen Anforderungen bei Umbauten (Statik, Denkmalschutz, technische und betriebliche Machbarkeit sowie wirtschaftliche Tragbarkeit) sind im Einzelfall zwischen den Beteiligten und falls erforderlich mit den Vollzugsbehörden zu regeln.
- 0.1.2 Für den Schallschutz innerhalb von Nutzungseinheiten werden Empfehlungen abgegeben.
- 0.1.3 Die Norm definiert die Anforderungen an den Schallschutz in Räumen und Raumgruppen, in denen Menschen leben und arbeiten bzw. sich längere Zeit aufhalten. Sie gilt nicht für speziell genutzte Räume wie Konzertsäle, Ton- und Audiostudios usw.
- 0.1.4 Die Norm regelt die schalltechnischen Eigenschaften von Bauten, Bauteilen und Anlagen der Haustechnik bzw. der Industrie und des Gewerbes bei Mischnutzung in Gebäuden. Sie gilt ausdrücklich unter der Voraussetzung einer üblichen Nutzung. Sie behandelt aber nicht die rücksichtslose Geräuschverursachung und auch nicht die ausserordentliche Empfindlichkeit von Benutzern.
- 0.1.5 Die Norm enthält Angaben für die Projektierung und Bemessung von Hochbauten mit Bezug auf den geforderten Schallschutz sowie für die Beurteilung der relevanten Eigenschaften der betroffenen Gebäudeteile und Einrichtungen. In den Anhängen E und F sind Hinweise auf die entsprechenden Berechnungsverfahren und Nachweishilfsmittel aufgeführt.
- 0.1.6 Zur Raumakustik von Unterrichtsräumen und Sporthallen werden Sollwerte der Nachhallzeiten gefordert. Zur Hörsamkeit in kleinen bis mittelgrossen Räumen werden Empfehlungen mit Hinweis auf die Norm DIN 18041 gegeben.
- 0.1.7 Im Zusammenhang mit abgestrahltem Körperschall stützt sich diese Norm speziell auf die künftige eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen ab. Vor deren Inkrafttreten ist direkt das Bundesgesetz über den Umweltschutz anzuwenden. Sofern Widersprüche zu künftigen rechtlichen Regelungen entstehen, treten die betreffenden Festlegungen der Norm bis zu deren Ersatz durch den Herausgeber ausser Kraft. Die übrige Norm behält dabei ihre Gültigkeit bis zu einer Neufassung bzw. Ungültigkeitserklärung des Herausgebers.
- 0.1.8 Beispiele für bauakustisch relevante Umbauten ¹:
- Ersatz von Fenstern oder Verglasungen;
 - Ersatz weicher Bodenbeläge (Teppiche) durch Hartbeläge (Parkett, Laminat, Keramik, Stein);
 - Ersatz haustechnischer Anlagen oder fester Einrichtungen im Gebäude;
 - Ersatz von Sanitärinstallationen.

¹ Selbst wenn bei Altbauten Ausnahmegenehmigungen der Vollzugsbehörden vorliegen, darf zumindest infolge des Umbaus keine bauakustische Verschlechterung gegenüber dem Zustand vor den Umbaumaassnahmen erfolgen.

0.2 Normative Verweise

0.2.1 Im Text dieser Norm wird auf die nachfolgend aufgeführten, als schweizerische Normen übernommenen internationalen Normen in deren jeweils gültiger Fassung verwiesen. Diese sind ganz oder in Teilen im Sinne des Verweises mitgeltend.

Die Normen SN EN ISO xxx werden im Text als ISO xxx, die Normen SN EN yyy als EN yyy referenziert.

0.2.2 Zu Messungen im Labor:

- Normenreihe SN EN ISO 140: Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen:
 - ISO 140-3, Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen
 - ISO 140-6, Teil 6: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Prüfständen
 - ISO 140-8, Teil 8: Messung der Trittschallminderung durch eine Deckenauflage auf einer massiven Bezugsdecke in Prüfständen
 - ISO 140-10, Teil 10: Messung der Luftschalldämmung von kleinen Bauteilen in Prüfständen
 - ISO 140-11, Teil 11: Messung der Trittschallminderung durch Deckenaufgaben auf leichten Bezugsdecken in Prüfständen

0.2.3 Zu Messungen in Gebäuden:

- Normenreihe SN EN ISO 140: Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen:
 - ISO 140-4, Teil 4: Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden
 - ISO 140-5, Teil 5: Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden am Bau
 - ISO 140-7, Teil 7: Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden
 - ISO 140-14, Teil 14: Leitfäden für besondere bauliche Bedingungen
- EN ISO 16032: Akustik – Messung des Schalldruckpegels von haustechnischen Anlagen in Gebäuden – Standardverfahren

0.2.4 Zur einzahligen Bewertung spektral ermittelter Messergebnisse aus Prüflabors und aus Gebäuden:

- Normenreihe SN EN ISO 717: Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen:
 - ISO 717-1, Teil 1: Luftschalldämmung
 - ISO 717-2, Teil 2: Trittschalldämmung

0.2.5 Zu Schallschutzprognosen mit bekannten zugehörigen Kennwerten für Trennbauteile und flankierende Bauteile:

- Normenreihe SN EN 12354: Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften:
 - EN 12354-1, Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen
 - EN 12354-2, Teil 2: Trittschalldämmung zwischen Räumen
 - EN 12354-3, Teil 3: Luftschalldämmung von Aussenbauteilen gegen Aussenlärm

0.2.6 Zur raumakustischen Konditionierung von Räumen:

- DIN 18041: Hörsamkeit in kleinen bis mittelgrossen Räumen
- EN ISO 3382: Akustik – Messung der Nachhallzeit von Räumen mit Hinweis auf andere akustische Parameter
- EN 12354-6: Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 6: Schallabsorption in Räumen

0.2.7 Weitere zitierte Normen:

- Norm SIA 180: Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau
- ISO 15186-1: Akustik – Bestimmung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen aus Schallintensitätsmessungen – Teil 1: Messungen im Prüfstand
- ISO 15186-2: Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity – Part 2: Field measurements
- ISO 15186-3: Akustik – Bestimmung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen aus Schallintensitätsmessungen – Teil 3: Messungen im Prüfstand bei tiefen Frequenzen
- EN 60942: Elektroakustik – Schallkalibratoren

- EN 61260 mit A1: Elektroakustik – Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven; mit Änderung A1
- EN 61672-1: Elektroakustik – Schallpegelmesser – Teil 1: Anforderungen
- DIN 45680, 1997, Beiblatt 1: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft
- ÖNORM S 5007, 1996: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft

0.3 Ergänzende Hinweise

- 0.3.1 Zum Schallschutz gegenüber Nutzungen mit massgeblichen Anteilen tieffrequenter Geräusche, wie sie z.B. aus Discos, Tanzlokalen und bestimmten Produktionsbetrieben emittiert werden, gelten zusätzliche Anforderungen gemäss Anhang A (normativ). Dabei werden zumindest tieffrequente Schallanteile ab 50 Hz mitberücksichtigt. Zum häufigen Fall tieffrequenter Störungen infolge von Luft- und Trittschall (besonders bei Leichtbaukonstruktionen) werden in dieser Ausgabe der Norm weder Messvorschriften noch Anforderungen genannt, weil die zugehörigen Messungen speziell bei kleinen Räumen mit erheblichen systematischen Unsicherheiten behaftet sind, die nur bei einer im Rahmen von Standardmessaufgaben nicht vertretbar hohen Anzahl von Messpositionen im Mittel ausgeglichen werden können.
- 0.3.2 Immissionen im Gebäude aus abgestrahltem Körperschall, verursacht durch interne oder externe Quellen, werden in der künftigen eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen behandelt (siehe Ziffer 3.1.2).
- 0.3.3 Bei internen Quellen aus Industrie und Gewerbe wird ebenfalls auf die künftige eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen Bezug genommen (siehe Ziffer 3.2.4). Hierzu können daneben Nachweise und Massnahmen zur Minderung von Geräuschen haustechnischer Anlagen notwendig werden.

1 VERSTÄNDIGUNG

1.1 Allgemeines

Gemessene Schalldruckpegel werden in Dezibel (dB) angegeben. Wenn Störgeräusche nicht mit Hilfe von Normschallquellen (bei Luftschall und Trittschall) als «lineare Pegel», sondern direkt zu beurteilen sind, erfolgt die Beurteilung über die dem Hörempfinden angepasste «A-Bewertungskurve» als «A-bewertete Schalldruckpegel dB(A)». Insbesondere erfolgt diese A-Bewertung auch für Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude.

Vereinfachend werden in dieser Norm auch die zugehörigen nicht gemessenen Pegelkorrekturen und die sich damit ergebenden Beurteilungspegel insgesamt per Annahme als A-bewertet in dB(A) ausgewiesen. Der Zusatz (A) bzw. (C) zur Masseinheit dB ist nicht Bestandteil der Masseinheit, sondern nur Hinweis auf die Bewertungsart für den jeweiligen Schallpegel als eigentliche Messgrösse.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Schall <i>Son</i>		Mechanische Schwingungen und Wellen eines elastischen Mediums, insbesondere im Frequenzbereich des menschlichen Hörens mit Schwingungszahlen von 16 bis 20000 Hertz (Hz).
Frequenz <i>Fréquence</i>	f Hz	Zahl der Schwingungen pro Sekunde (Schwingungszahl in Hertz). Mit zunehmender Schwingungszahl nimmt die Tonhöhe zu. Eine Verdoppelung der Schwingungszahl entspricht einer Oktave, die drei Terzen umfasst.
Schalldruck <i>Pression acoustique</i>	p Pa	Das Schallfeld bestimmender Wechseldruck (Druckschwankung), der sich dem statischen Druck überlagert (normalerweise dem atmosphärischen Druck der Luft).
Schallintensität <i>Intensité acoustique</i>	I W/m ²	Die von einer Schallwelle transportierte Energie pro Sekunde und pro Quadratmeter.
Bezugsschalldruck <i>Pression acoustique de référence</i>	p_0 Pa	International festgelegt: $p_0 = 20 \cdot 10^{-6}$ Pa
Schalldruckpegel <i>Niveau de pression acoustique (niveau sonore)</i>	L dB	Der zehnfache Logarithmus des Verhältnisses der Quadrate des effektiven Schalldruckes p zu dem – bei etwa 1000 Hz gerade noch hörbaren – Bezugsschalldruck p_0 . $L = 10 \lg (p^2/p_0^2)$
Energieäquivalenter Dauerschallpegel <i>Niveau acoustique continu équivalent</i>	L_{Aeq} bzw. $L_{Aeq(t)}$ dB(A) L_{Ceq} bzw. $L_{Ceq(t)}$ dB(C)	Über die Beobachtungszeit t konstanter Pegelwert, der die gleiche Energie zum Empfänger bringt wie ein in der gleichen Zeitspanne schwankender Schallpegel. Entsprechend der verwendeten Bewertungskurve in dB(A) bzw. in dB(C) angegeben. Die A- bzw. C-Bewertungskurven sind international gemäss IEC bzw. EN 61672-1 genormt. Sie berücksichtigen näherungsweise die unterschiedliche Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für Töne verschiedener Frequenzen und Intensitäten.
Beurteilungspegel <i>Niveau d'évaluation</i>	L_r dB(A)	Mass für die Beurteilung der Aussenlärmimmission nach Massgabe der Lärmschutz-Verordnung des Bundes (LSV).

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Mittlerer Schalldruckpegel <i>Niveau de pression moyen</i>	L dB	Räumlicher Mittelwert der Schalldruckpegel in einem Raum. Bei kontinuierlicher Abtastung des Schallfeldes: $L = 10 \cdot \lg \left(\frac{\frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} p^2(t) dt}{p_0^2} \right)$ T_m Integrationszeit Bei punktwieser Abtastung: $L = 10 \cdot \lg \left(\frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{n \cdot p_0^2} \right)$
Schallfrequenzanalyse <i>Analyse fréquentielle</i>		Verfahren zur Bestimmung der Energieanteile in den verschiedenen Frequenzbändern eines Schallspektrums.
Oktavband <i>Bande d'octave</i>		Frequenzband zwischen einer unteren und einer oberen Eckfrequenz f_u und f_o . Das Frequenzverhältnis $f_o/f_u = 2$ entspricht einer Oktave. Charakterisiert wird das Band durch Angabe seiner Mittenfrequenz $f_m = 1,414 f_u$ bzw. $0,707 f_o$.
Oktavbandanalyse <i>Analyse par bande d'octave</i>		Zerlegt ein Geräusch durch Filter in Frequenzgebiete vom Umfang einer Oktave.
Terzband <i>Bande de tiers d'octave</i>		Frequenzband zwischen einer unteren und einer oberen Eckfrequenz f_u und f_o . Das Frequenzverhältnis $f_o/f_u = 1,26$ entspricht einer Dritteloktave, d.h. annähernd einer grossen Terz. Charakterisiert wird das Band durch Angabe seiner Mittenfrequenz $f_m = 1,122 f_u$ bzw. $0,891 f_o$.
Terzbandanalyse <i>Analyse par bande de tiers d'octave</i>		Zerlegt ein Geräusch durch Filter in Frequenzgebiete vom Umfang einer Terz ($\frac{1}{3}$ Oktave).
Reiner Ton <i>Son pur</i>		Schall mit zeitlich sinusförmigem Verlauf der Amplitude mit einer im Hörbereich liegenden Frequenz.
Geräusch <i>Bruit</i>		Schall, zusammengesetzt aus Teiltönen, deren Frequenzen nicht im Verhältnis ganzer Zahlen zueinander stehen.
Impulsgeräusch <i>Bruit impulsif</i>		Einzelimpulse (z.B. Explosion, Knall, Überschallknall usw.); Schallimpulsfolgen, deren Grundfrequenz unter 16 Hz liegt (z.B. Hammerwerk für die Messung der Trittschallübertragung).
Bauakustik <i>Acoustique du bâtiment</i>		Teilgebiet der Akustik, das sich besonders mit dem Schallschutz in Bauten befasst: Luftschall-, Körperschall- und Trittschalldämmung, Schutz vor Geräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen sowie vor abgestrahltem Körperschall im Gebäude.
Bauakustik-Bereich <i>Domaine de l'acoustique du bâtiment</i>		Der für die Bauakustik massgebende Bereich des akustischen Spektrums. Falls keine weiteren Angaben bestehen, sind die Terzmittenfrequenzen 100 Hz bis 3150 Hz gemeint. In besonderen Fällen können zusätzlich die Terzen 50, 63 und 80 Hz als besonderer Tieffrequenzbereich sowie die Terzen 4000 und 5000 Hz als besonderer Hochfrequenzbereich mitberücksichtigt werden.
Raumakustik <i>Acoustique des salles</i>		Teilgebiet der Akustik, das sich mit der Hörsamkeit von Sprache oder Musik in Räumen und mit dem akustischen Design von Räumen befasst.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Raumakustik-Bereich <i>Domaine de l'acoustique des salles</i>		Der für die Raumakustik massgebende Bereich des akustischen Spektrums mit Terzmittenfrequenzen von ca. 63 bis ca. 4000 oder aufgabenspezifisch auch bis ca. 8000 Hz. In der Raumakustik werden Kennwerte häufig auch über entsprechende Oktavbänder dargestellt.
Nachhall <i>Réverbération</i>		Abnahme der Schallenergie in einem geschlossenen Raum nach Unterbrechung der Schallsendung.
Nachhallzeit <i>Temps de réverbération</i>	T s	Zeitspanne T in Sekunden, in der der Schalldruckpegel nach Beendigung der Schallsendung um 60 dB sinkt.
Bezugsnachhallzeit <i>Temps de réverbération de référence</i>	T_0 s	Dient der Standardisierung von Schalldruckpegeln in einem Raum. Die Bezugsnachhallzeit beträgt 0,5 s, unabhängig vom Volumen. Die Anforderungen sind bei grösseren Räumen entsprechend mit C_V angepasst, vgl. Ziffer 2.4.
Sollwert der Nachhallzeit <i>Valeur de consigne du temps de réverbération</i>	T_{soll} s	Projektierungswert der Nachhallzeit zur raumakustischen Konditionierung von Unterrichtsräumen und Sporthallen.
Äquivalente Schallabsorptionsfläche <i>Aire d'absorption équivalente</i>	A m^2	Fläche vollständiger Schallabsorption in m^2 , die ebenso viel Schallenergie schlucken würde wie Wände, Decken und Bodenflächen sowie Personen, Mobiliar, Pflanzen usw. in einem Raum. Zwischen der Nachhallzeit T (s), dem Rauminhalt V (m^3) und der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A (m^2) eines Raumes besteht für diffuse Schallverteilung nach W. C. Sabine folgender Zusammenhang: $A = \frac{0,16 \cdot V}{T}$
Bezugs-Schallabsorptionsfläche <i>Aire d'absorption équivalente de référence</i>	A_0 m^2	Vereinbarte Bezugs-Schallabsorptionsfläche $A_0 = 10 m^2$ nach ISO 140.
Volumen <i>Volume</i>	V m^3	Netto-Raumvolumen (ohne geschlossene Festeinbauten wie z.B. Einbaumöbel).
Fläche <i>Superficie</i>	S m^2	Netto-Bauteilfläche (aus lichten Abmessungen).
Nutzungseinheit <i>Unité d'utilisation</i>		Räume oder zusammenhängende Raumgruppen, welche in Bezug auf die Nutzung eine selbständige rechtliche oder organisatorische Einheit bilden oder bilden können und gegen Aussen- und Innenlärm zu schützen sind, z.B. Wohnungseinheiten, Wohneinheiten für Senioren, Bürobetriebe, Gewerbebetriebe usw. Räume, die beispielsweise nicht einzelnen Stockwerkeigentümern zuzuordnen sind, sondern zum Gemeinschaftseigentum gehören, wie z.B. Korridore, Treppenhäuser oder Laubengänge, sind als selbständige Nutzungseinheiten einzustufen. Es ist jedoch zu unterscheiden zwischen solchen, welche ausschliesslich dem Zugang zu den angrenzenden, gleichartigen Nutzungseinheiten dienen (beispielsweise Treppenhäuser in Mehrfamilienhäusern oder Korridore in Bürogebäuden), und solchen, welche unterschiedliche, nicht in direktem Zusammenhang stehende Nutzungseinheiten verbinden oder daran angrenzen (z.B. Zugang zu Gastbetrieb oder Fabrikationsgebäude neben Wohnungen).

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Trennbauteil <i>Élément de séparation</i>		Spitäler, Pflegeheime ohne abgeschlossene Wohneinheiten, Hotels, Schulen, Gemeinschaftsbüros, medizinische Gemeinschaftspraxen usw. können jeweils als eine Nutzungseinheit behandelt werden. Für den internen Schallschutz in derartigen Nutzungseinheiten wird Anhang G empfohlen.
Projektierungswert <i>Valeur de projet</i>		Raumabschliessender Bauteil (Wand, Decke, Boden) zwischen zwei Nutzungseinheiten.
Projektierungszuschlag <i>Supplément de projet</i>	K_P dB bzw. dB(A)	Schalldämmwert eines Bauteils, der die zu erwartenden Nebenwegübertragungen, die Ausführungsqualität und die mögliche Alterung der Materialien angemessen berücksichtigt.
Zuschlag für Flankenübertragung <i>Supplément pour transmission latérale</i>	K_F dB	Korrekturwert zu akustischen Bauteilkennwerten aus Labormessungen, der zusätzlich zu Flankenübertragungen am Bau Abweichungen zwischen Labor- und Baubedingungen berücksichtigen soll (Erfahrungswert).
Spektrum-Anpassungswerte <i>Termes d'adaptation du spectre</i>	C, C_{tr}, C_l dB	Korrekturwerte als Einzahlangaben für Pegel oder Pegeldifferenzen, welche auf Grund besonderer Frequenzabhängigkeiten von Geräuschen erforderlich sind, um Messwerte an die Gehörempfindung anzupassen.
	C dB	Spektrum-Anpassungswert zur Bewertung von Frequenzeinbrüchen an Schallpegelkurven (Innenlärm).
	C_{tr} dB	Spektrum-Anpassungswert zur Bewertung vorrangig tieffrequenter Verkehrslärm- bzw. Musikanteile.
	C_l dB	Spektrum-Anpassungswert zur Bewertung vorrangig tieffrequenter Trittschallanteile.
Volumenkorrektur <i>Correction liée au volume</i>	C_V dB	Korrekturwert zur Berücksichtigung grösserer Volumen des Empfangsraums bezüglich Nachhallzeiten.

1.2 Luftschall

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Luftschall <i>Son aérien</i>		In Luft sich über Teilchenschwingung (Schallwellen) ausbreitender Schall.
Luftschallübertragung <i>Transmission de sons aériens</i>		Übertragung von Luftschall von einem Raum zum anderen durch Trennbauteile (Wand, Decke, Türe, Fenster usw.), durch Öffnungen, Spalte oder über Nebenwege.
Nebenwegübertragung bei Luftschall <i>Transmission indirecte de sons aériens</i>		Jede Form der Luftschallübertragung zwischen Räumen, die nicht über gemeinsame Trennbauteile erfolgt, z.B. auch Übertragung über Undichtheiten, Lüftungskanäle, Rohrleitungen und Ähnliches, sowie über flankierende Bauteile bzw. über unplanmässige Schallbrücken.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Flankenübertragung bei Luftschall <i>Transmission latérale de sons aériens</i>		Anteil der Luftschallübertragung zwischen Räumen, der nicht über gemeinsame Trennbauteile, sondern anteilig oder insgesamt über die flankierenden Bauteile (Decken, Wände usw.) erfolgt.
Schalldämm-Mass <i>Indice d'affaiblissement acoustique</i>	R dB	Im Labor im Prüfstand mit unterdrückter Flankenübertragung gemessen gemäss ISO 140-3.
Bewertetes Schalldämm-Mass <i>Indice d'affaiblissement acoustique pondéré</i>	R_w dB	Einzahlangabe gemäss ISO 717-1 für das in den einzelnen Terzbändern ermittelte Schalldämm-Mass R .
Bau-Schalldämm-Mass <i>Indice d'affaiblissement acoustique apparent</i>	R' dB	Im Bau gemäss ISO 140-4 (oder im Labor im früher üblichen Prüfstand mit Flankenübertragung) gemessen: $R' = D + 10 \lg (S/A)$ $D = L_1 - L_2$ Schallpegeldifferenz (dB) L_1 mittlerer Schalldruckpegel im Senderraum (dB) L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) S gemeinsame Fläche des Trennbauteils zwischen Sende- und Empfangsraum (m ²) A äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum (m ²) R' wird pro Terzband angegeben.
Bau-Schalldämm-Mass für Aussenbauteile <i>Indice d'affaiblissement acoustique apparent pour des éléments de façade</i>	R'_{ϑ} bzw. R'_{45° dB	Bau-Schalldämm-Mass für Fassaden- und Dachbauteile (insbesondere für Fenster, wenn flankierende Bauteile vernachlässigt oder rechnerisch erfasst werden können), nach dem Bauteil-Lautsprecher-Verfahren gemäss ISO 140-5. $R'_{\vartheta} = D + 10 \lg (S \cos \vartheta / A)$ bzw. $R'_{45^\circ} = D + 10 \lg (S/A) - 1,5$ $D = L_{1,s} - L_2$ Schallpegeldifferenz (dB) $L_{1,s}$ mittlerer Schalldruckpegel direkt auf der Aussenfläche des zu prüfenden Bauteils gemessen (dB) L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) S Fläche des Trennbauteils zwischen Aussenraum und Empfangsraum (m ²) nach ISO 140-5, Anhang A A äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum (m ²) ϑ räumlicher Schalleinfallswinkel vom Lautsprecher zum Messobjekt (in der Regel 45°) R'_{ϑ} und R'_{45° werden pro Terzband angegeben.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Bau-Schalldämm-Mass für Aussenbauteile <i>Indice d'affaiblissement acoustique apparent pour des éléments de façade</i>	$R'_{tr,s}$ dB	Bau-Schalldämm-Mass für Fassaden- und Dachbauteile (insbesondere für Fenster, wenn flankierende Bauteile vernachlässigt oder rechnerisch erfasst werden können), wenn die Schallquelle Strassenverkehrslärm ist, gemäss ISO 140-5. $R'_{tr,s} = D + 10 \lg (S/A) - 3$ $D = L_{eq,1,s} - L_{eq,2}$ Schallpegeldifferenz (dB) $L_{eq,1,s}$ mittlerer äquivalenter Schalldruckpegel direkt auf der Aussenfläche des zu prüfenden Bauteils gemessen (dB) $L_{eq,2}$ mittlerer äquivalenter Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) S Fläche des Trennbauteils zwischen Aussenraum und Empfangsraum (m ²) nach ISO 140-5, Anhang A A äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum (m ²) $R'_{tr,s}$ wird pro Terzband angegeben.
Bewertetes Bau-Schalldämm-Mass <i>Indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré</i>	R'_w dB	Einzahlangabe gemäss ISO 717-1 für das in den einzelnen Terzbändern ermittelte Bau-Schalldämm-Mass R' .
Bewertetes Bau-Schalldämm-Mass für Aussenbauteile <i>Indice d'affaiblissement acoustique apparent pondéré pour des éléments de façade</i>	$R'_{\vartheta,w}$ bzw. $R'_{45^\circ,w}$ dB	Einzahlangabe gemäss ISO 717-1 für das in den einzelnen Terzbändern ermittelte Bau-Schalldämm-Mass für Fassaden- bzw. Dachbauteile R'_{ϑ} bzw. R'_{45° .
Resultierendes bewertetes Bau-Schalldämm-Mass <i>Indice d'affaiblissement apparent pondéré résultant</i>	$R'_{w,res}$ dB	Einzahlangabe des resultierenden Bau-Schalldämm-Masses für Trennbauteile, die aus mehreren Einzelbauteilen verschiedener Schalldämmungen bestehen. Das resultierende Bau-Schalldämm-Mass kann aus einer energetischen Summation gemäss Angaben im Anhang E berechnet werden.
Standard- Schallpegeldifferenz <i>Isolement acoustique normalisé</i>	D_{nT} dB	Nachhallzeitbezogene Schallpegeldifferenz am Bau ermittelt nach ISO 140-4. $D_{nT} = D + 10 \lg (T/T_0)$ $D = L_1 - L_2$ Schallpegeldifferenz (dB) L_1 mittlerer Schalldruckpegel im Senderraum (dB) L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) T Nachhallzeit im Empfangsraum (s) $T_0 = 0,5$ s Bezugsnachhallzeit D_{nT} wird pro Terzband angegeben.
Standard- Schallpegeldifferenz <i>Isolement acoustique normalisé</i>	$D_{2m,nT}$ dB	Nachhallzeitbezogene Schallpegeldifferenz für Fassaden gemessen am Bau mit den Gesamt-Verfahren nach ISO 140-5. $D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \lg (T/T_0)$ Bezeichnung bei Verkehrslärm als Schallquelle: $D_{tr,2m,nT}$ Bezeichnung bei Lautsprecher als Schallquelle: $D_{ls,2m,nT}$ $D_{2m} = L_{1,2m} - L_2$ Schallpegeldifferenz (dB) $L_{1,2m}$ mittlerer Schalldruckpegel aussen 2 m vor der Fassade gemessen (dB) L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) T Nachhallzeit im Empfangsraum (s) $T_0 = 0,5$ s Bezugsnachhallzeit $D_{2m,nT}$ wird pro Terzband angegeben.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Standard-Schallpegel- differenz für die Gebäude- hülle <i>Isolement acoustique normalisé pour l'enveloppe</i>	$D_{\vartheta,nT}$ bzw. $D_{45^\circ,nT}$ dB	Nachhallzeitbezogene Schallpegeldifferenz für Fassaden und Dächer gemessen am Bau mit dem Gesamt-Lautsprecher-Verfahren in Anlehnung an ISO 140-5. $D_{\vartheta,nT} = D + 10 \lg (T \cos \vartheta / T_0)$ $D = L_{1,s} - L_2$ Schallpegeldifferenz (dB) $L_{1,s}$ mittlerer Schalldruckpegel direkt auf der Aussenfläche des Prüfobjekts gemessen (dB) L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) T Nachhallzeit im Empfangsraum (s) $T_0 = 0,5$ s Bezugsnachhallzeit ϑ räumlicher Schalleinfallswinkel vom Lautsprecher zum Messobjekt (in der Regel 45°) $D_{\vartheta,nT}$ und $D_{45^\circ,nT}$ werden pro Terzband angegeben.
Norm-Schallpegeldifferenz eines kleinen Bauteils <i>Isolement acoustique normalisé de petits éléments</i>	$D_{n,e}$ dB	Absorptionsflächenbezogene Schallpegeldifferenz kleiner Bauteile gemessen im Labor gemäss ISO 140-10. $D_{n,e} = L_1 - L_2 - 10 \lg (A/A_0)$ L_1 mittlerer Schalldruckpegel im Senderraum (dB) L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum (dB) A äquivalente Absorptionsfläche im Empfangsraum (m^2) A_0 Bezugs-Schallabsorptionsfläche ($10 m^2$) $D_{n,e}$ wird pro Terzband angegeben.
Bewertete Standard- Schallpegeldifferenz <i>Isolement acoustique normalisé pondéré</i>	$D_{nT,w}$ dB	Einzehlangabe gemäss ISO 717-1 für die in den einzelnen Terzbändern am Bau ermittelten Werte der Standard-Schallpegeldifferenz D_{nT} .
Bewertete Standard- Schallpegeldifferenz für die Gebäudehülle <i>Isolement acoustique normalisé pondéré pour l'enveloppe</i>	$D_{\vartheta,nT,w}$ bzw. $D_{45^\circ,nT,w}$ dB	Einzehlangabe gemäss ISO 717-1 für die in den einzelnen Terzbändern in Anlehnung an ISO 140-5 ermittelten Werte der Standard-Schallpegeldifferenz $D_{\vartheta,nT}$ nach dem Gesamt-Lautsprecher-Verfahren für Fassaden und Dächer am Bau.
Bewertete Standard- Schallpegeldifferenz für die Gebäudehülle <i>Isolement acoustique normalisé pondéré pour l'enveloppe</i>	$D_{2m,nT,w}$ dB	Einzehlangabe gemäss ISO 717-1 für die in den einzelnen Terzbändern nach ISO 140-5 ermittelten Werte der Standard-Schallpegeldifferenz $D_{2m,nT}$ nach dem Gesamtverfahren für Fassaden am Bau.
Luftschall-Pegelkorrektur <i>Correction liée au son aérien</i>	ΔL_{LS} dB	Pegelkorrektur zur Umrechnung von Bau-Schalldämm-Massen in Standard-Schallpegeldifferenzen in Abhängigkeit von der Trennfläche und vom Volumen des Empfangsraums: $\Delta L_{LS} = D_{nT} - R'$
Gesamtwert für die Luft- schalldämmung externer Quellen <i>Valeur globale d'isolement aux sons aériens pour les sources de bruit extérieures</i>	$D_{e,tot}$ dB	Summe der Kennwerte, die in der jeweiligen Anforderung für die Luftschalldämmung externer Quellen zu berücksichtigen sind.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Gesamtwert für die Luftschalldämmung interner Quellen	$D_{i,tot}$	Summe der Kennwerte, die in der jeweiligen Anforderung für die Luftschalldämmung interner Quellen zu berücksichtigen sind.
<i>Valeur globale d'isolement aux sons aériens pour les sources de bruit intérieures</i>	$D_{i50,tot}$ dB	Summe der Kennwerte für die Luftschalldämmung interner Quellen für Fälle, in denen $C_{tr,50-3150}$ berücksichtigt wird.
Anforderungswert <i>Valeur limite</i>	D_e	Anforderungswert für Luftschall externer Quellen
	D_i	Anforderungswert für Luftschall interner Quellen
	D_{i50} dB	Anforderungswert für Luftschall interner Quellen für Fälle, in denen $C_{tr,50-3150}$ berücksichtigt wird.
Projektierungswert <i>Valeur de projet</i>	$D_{e,d}$	Projektierungswert für Luftschall externer Quellen $D_{e,d} = D_{e,tot} - K_P$
	$D_{i,d}$	Projektierungswert für Luftschall interner Quellen $D_{i,d} = D_{i,tot} - K_P$
	$D_{i50,d}$ dB	Projektierungswert für Luftschall interner Quellen mit $C_{tr,50-3150}$ $D_{i50,d} = D_{i50,tot} - K_P$

1.3 Trittschall

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Trittschall <i>Bruit de choc</i>		Beim Begehen und bei ähnlicher stossartiger Anregung einer Decke, Treppe usw. entstehender Körperschall, der durch die Konstruktion übertragen und als Luftschall abgestrahlt wird.
Trittschallübertragung <i>Transmission du bruit de choc</i>		Übertragung von Trittschall von einer begehbaren Konstruktion als Körperschall in andere Räume und mit dortiger Abstrahlung und Wahrnehmung als Luftschall.
Nebenwegübertragung bei Trittschall <i>Transmission indirecte du bruit de choc</i>		Körperschallübertragung flankierender Bauteile. Sie umfasst auch die Übertragung durch Installationen (Rohrleitungen, Kanäle, Türzargen usw.), welche durch Körperschall angeregt werden.
Trittschallpegel <i>Niveau de pression du bruit de choc</i>	L_i dB	Mittlerer Schallpegel im Empfangsraum, wenn die begehbare Konstruktion im Senderraum mit einem normierten Hammerwerk nach ISO 140 (Teil 6, 7 oder 8) angeregt wird. Der Pegel L_i wird in Terzbändern gemessen.
Norm-Trittschallpegel <i>Niveau de pression du bruit de choc normalisé</i>	L_n dB	An Decken gemäss ISO 140-6 im Prüfstand mit unterdrückter Flankenübertragung gemessen. Die Anregung erfolgt mittels Norm-Hammerwerk. $L_n = L_i + 10 \lg (A/A_0)$ L_i Trittschallpegel in einem Terzband (dB) A äquivalente Schallabsorptionsfläche des Empfangsraumes (m^2) für ein Terzband A_0 Bezugs-Schallabsorptionsfläche ($10 m^2$)

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Norm-Trittschallpegel <i>Niveau de pression du bruit de choc normalisé</i>	L'_n dB	Im Bau gemäss ISO 140-7 (oder im Labor im früher üblichen Prüfstand mit Flankenübertragung) gemessen. Die Anregung erfolgt mittels Norm-Hammerwerk. $L'_n = L_i + 10 \lg (A/A_0)$ L_i Trittschallpegel in einem Terzband (dB) A äquivalente Schallabsorptionsfläche des Empfangsraumes (m^2) für ein Terzband A_0 Bezugs-Schallabsorptionsfläche ($10 m^2$) Der Norm-Trittschallpegel kann nicht nur an Deckenkonstruktionen bestimmt werden, sondern auch bei Diagonal- und Horizontalübertragungen sowie bei Treppenkonstruktionen, Balkonen usw.
Bewerteter Norm-Trittschallpegel <i>Niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé</i>	$L_{n,w}$ bzw. $L'_{n,w}$ dB	Einzahlangabe gemäss ISO 717-2 für die in den einzelnen Terzbändern ermittelten Werte der Norm-Trittschallpegel L_n bzw. L'_n .
Bewerteter Norm-Trittschallpegel für eine Beton-Rohdecke <i>Niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé pour une dalle de béton sans revêtement</i>	$L'_{n,0,w}$ dB	Einzahlangabe zur Kennzeichnung der Trittschalldämmung einer Beton-Rohdecke zur näherungsweise Ermittlung des Norm-Trittschallpegels für einen gesamten Deckenaufbau mittels der bewerteten Trittschallminderung. $L'_{n,w} \approx L'_{n,0,w} - \Delta L_w$
Bewertete Trittschallminderung <i>Indice d'amélioration pondéré de l'isolement au bruit de choc</i>	ΔL_w dB	Einzahlangabe zur Kennzeichnung der Trittschallverbesserung einer Massivdecke durch eine Deckenauflage (schwimmender Unterlagsboden, weicher Gehbelag usw.) gemäss ISO 140-8 und ISO 717-2. $\Delta L_w = L_{n,r,o,w} - L_{n,r,w} = 78 - L_{n,r,w}$ $L_{n,r,o,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel auf der Bezugsdecke ohne Deckenauflage (dB) (nach Definition $L_{n,r,o,w} = 78$ dB) $L_{n,r,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel auf der Bezugsdecke mit Deckenauflage (dB)
Standard-Trittschallpegel <i>Niveau de pression du bruit de choc standardisé</i>	L'_{nT} dB	Nachhallzeitbezogener Trittschallpegel gemäss ISO 140-7. $L'_{nT} = L_i - 10 \lg (T/T_0)$ L_i Trittschallpegel T Nachhallzeit $T_0 = 0,5$ s Bezugsnachhallzeit L'_{nT} wird pro Terzband angegeben.
Bewerteter Standard-Trittschallpegel <i>Niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé</i>	$L'_{nT,w}$ dB	Einzahlangabe gemäss ISO 717-2 für die in den einzelnen Terzbändern ermittelten Werte der Standard-Trittschallpegel L'_{nT} .
Trittschall-Pegelkorrektur <i>Correction liée au bruit de choc</i>	ΔL_{TS} dB	Pegelkorrektur zur Umrechnung von Norm-Trittschallpegeln in Standard-Trittschallpegel in Abhängigkeit vom Volumen des Empfangsraums. $\Delta L_{TS} = L'_{nT} - L'_n$

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Energetischer Standard-Trittschall-Summenpegel <i>Somme énergétique des niveaux de pression du bruit de choc standardisé</i>	$L'_{nT,sum}$ dB	Energetische Summation gemäss ISO 717-2 für die in den einzelnen Terzbändern im Frequenzbereich von 100 bis 2500 Hz ermittelten Werte der Standard-Trittschallpegel L'_{nT} .
Gesamtwert für Trittschall <i>Valeur globale pour le bruit de choc</i>	L'_{tot} dB	Summe der Kennwerte, die in der jeweiligen Anforderung für Trittschall zu berücksichtigen sind.
Anforderungswert <i>Valeur limite</i>	L' dB	Anforderungswert für Trittschall.
Projektierungswert <i>Valeur de projet</i>	L'_d dB	Projektierungswert für Trittschall. $L'_d = L'_{tot} + K_P$

1.4 Körperschall

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Körperschall <i>Son solidien</i>		Elastische Wellen in einem festen Körper (z.B. Wände, Decken, Böden, Einbauten eines Hauses), deren Frequenzen im Hörbereich des menschlichen Gehörs liegen. Körperschall wird durch geeignete Oberflächen teilweise als Luftschall abgestrahlt und wird dann im Innern des Gebäudes hörbar. Ebenfalls zum Körperschall zu zählen sind elastische Wellen im Baugrund (z.B. verursacht durch einen vorbeifahrenden Zug). Solche können ebenfalls im Innern von Gebäuden als Luftschall hörbar werden.
Abgestrahlter Körperschall <i>Son solidien rayonné</i>		Geräusche, welche innerhalb oder ausserhalb eines Gebäudes durch Schwingungsvorgänge entstehen, ausschliesslich als Körperschall übertragen und im Innern des Gebäudes als Luftschall gehört werden.

1.5 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

Dieser Geräuschart werden neben den Geräuschen der eigentlichen Haustechnik auch Geräusche fester Einrichtungen im Gebäude wie z.B. Türen, Fenster, Bad- und Kücheneinrichtungen zugeordnet (siehe Anhang B).

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Funktionsgeräusch <i>Bruit produit par le fonctionnement des installations</i>		Geräusch haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude, dessen Intensität und zeitlicher Ablauf weitgehend unabhängig von der Art der Benutzung ist.
Benutzungsgeräusch <i>Bruit provoqué par l'utilisateur</i>		Geräusch haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude, dessen Intensität und zeitlicher Ablauf weitgehend von der Art der Benutzung abhängig ist.
Einzelgeräusch <i>Bruit de courte durée</i>		Geräusch mit einer Dauer von maximal 3 Minuten und einer geringen Häufigkeit des Auftretens im Verlaufe einer Tag- bzw. Nachtphase.

Begriff Terme	Formelzeichen Einheit	Definition (Normen SN EN ISO ... sind hier mit ISO ... bezeichnet)
Dauergeräusch <i>Bruit continu</i>		Geräusch mit einer Dauer von mehr als 3 Minuten oder einer grossen Häufigkeit des Auftretens im Verlaufe einer Tag- bzw. Nachtphase.
Beurteilungspegel für Geräusche haustechnischer Anlagen <i>Niveau d'évaluation relatif au bruit des installations</i>	$L_{r,H}$ dB(A)	Mass zur Beurteilung der Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude. Die Ermittlung des jeweiligen Beurteilungspegels $L_{r,H}$ wird im Anhang B beschrieben.
Maximalpegel bei Einzelgeräusch <i>Niveau maximal du bruit de courte durée</i>	$L_{A,F}$ dB(A)	Mit der Zeitkonstante FAST ermittelter und mit dem A-Filter bewerteter Maximalpegel für Einzelgeräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude bei Verwendung der einfachen Messmethode.
Bewerteter Standardpegel bei Dauergeräusch <i>Niveau normalisé pondéré du bruit continu</i>	$L_{nT,A}$ dB(A)	Mit dem A-Filter bewerteter Gesamtpegel, ermittelt aus den Standard-Terzbandpegeln $L_{nT} = L - 10 \lg (T/T_0)$ unter Berücksichtigung der Nachhallzeiten T mit der Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5$ s für Dauergeräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude bei Anwendung der genaueren Messmethode.
Pegelskorrekturen für Geräusche haustechnischer Anlagen <i>Corrections de niveau relatives au bruit des installations</i>	$K1$	zur Berücksichtigung der Schallabsorption im Empfangsraum
	$K2$	zur Berücksichtigung der Tonhaltigkeit
	$K3$	zur Berücksichtigung der Impulshaltigkeit
	$K4$	zur Berücksichtigung von Unterschieden zwischen Original- und Simulationsgeräuschpegeln bei Benutzungsgeräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude (Zuordnung siehe Anhang B).
Gesamtwert für Geräusche haustechnischer Anlagen <i>Valeur globale du bruit des installations</i>	$L_{H,tot}$ dB(A)	Summe der Kennwerte, die in der jeweiligen Anforderung für Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude zu berücksichtigen sind.
Anforderungswert <i>Valeur limite</i>	L_H dB(A)	Anforderungswert für Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude.
Projektierungswert <i>Valeur de projet</i>	$L_{H,d}$ dB(A)	Projektierungswert bezogen auf Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude. $L_{H,d} = L_{H,tot} + K_P$

2 GRUNDSÄTZE

2.1 Allgemeines

- 2.1.1 Zur Beschreibung des Schallschutzes wird beim Luftschall die Schallpegeldifferenz zwischen zwei Innenräumen bzw. zwischen dem Aussen- und Innenraum verwendet, während in den übrigen Fällen der Schallpegel im Empfangsraum verwendet wird.
- 2.1.2 Die Nichterfüllung der Anforderungen an den Schallschutz gilt als Hinweis auf mögliche Projektierungs- oder Ausführungsfehler bzw. auf Abnutzungs- oder Alterungserscheinungen von Materialien, Bauteilen oder haustechnischen Anlagen bzw. von festen Einrichtungen im Gebäude. Bei der bauakustischen Auslegung von Bauteilen, haustechnischen Anlagen und festen Einrichtungen im Gebäude sind ausreichende Projektierungstoleranzen vorzusehen, um Abweichungen zwischen deklarierten (Labor-)Werten und am spezifischen Bauobjekt erreichbaren Messwerten zur sicheren Seite hin abfangen zu können.
- 2.1.3 Die Anforderungen gelten ohne Toleranzen.
- 2.1.4 Im Folgenden werden Anforderungen festgelegt für den Schallschutz gegen
- Aussenlärm (Luftschall, Körperschall),
 - Innenlärm zwischen Nutzungseinheiten (Luftschall, Trittschall, Körperschall, Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude).
- Für die Handhabung von Innenlärm innerhalb der gleichen Nutzungseinheit sind Empfehlungen in Anhang G angegeben.
- 2.1.5 Die Anforderungen sind einerseits nach der Lärmbelastung, andererseits nach der Lärmempfindlichkeit entsprechend der Raumnutzung abgestuft. Die Einstufung erfolgt anhand der Beschreibungen in der Tabelle 1 (Lärmempfindlichkeit) und in den Tabellen 3, 4, 5, 9 und 10 (Lärmbelastung) sowie in Tabelle 6 (Geräuschart). Der Grad der Störung ist in der Regel verbal umschrieben, kann aber in bestimmten Fällen auch durch einen Immissionspegel definiert sein.
- 2.1.6 Die Anforderungen sollen dafür sorgen, dass eine Mehrheit der Benutzer bei üblicher Nutzung vor erheblicher Störung geschützt wird (siehe Anhang H). Die Anforderungen stellen aber in jedem Fall einen Kompromiss zwischen Aufwand und Nutzen dar.
- 2.1.7 Keine Anforderungen gelten für den Schallschutz von Räumen, die planmässig nur kurzfristig durch Personen genutzt werden, wie Abstellräume, Treppenhäuser, Laubengänge, Einstellgaragen, Heizungs-, Haustechnik-, Hobbyräume usw.

2.2 Anforderungsstufen

2.2.1 Mindestanforderungen

Die Mindestanforderungen gewährleisten einen Schallschutz, der lediglich erhebliche Störungen zu verhindern vermag.

2.2.2 Erhöhte Anforderungen

Die erhöhten Anforderungen bieten einen Schallschutz, bei dem sich ein Grossteil der Menschen im Gebäude behaglich fühlt. Bei Doppel- und Reihen-Einfamilienhäusern sowie bei neu gebautem Stockwerkeigentum gelten die erhöhten Anforderungen.

2.2.3 Spezielle Anforderungen

Bei besonderen Nutzungen oder bei besonderen Schallschutzansprüchen (auch für einzelne Räume oder Lärmarten) sind spezielle Anforderungen festzulegen und zu vereinbaren. Spezielle Verhältnisse sind insbesondere dann gegeben, wenn die Lärmempfindlichkeit und/oder der Grad der emissionsseitigen Lärmbelastung erheblich nach oben oder unten von den angegebenen Beschreibungen abweichen. In jedem Fall sind die Anforderungen gemäss Ziffer 2.2.1 bzw. 2.2.2 einzuhalten.

Soll insbesondere auch in Räumen mit tiefem Grundgeräusch (unter 25 dB(A)) ein hohes Schallschutzniveau erreicht werden, wird empfohlen, Anforderungen zu vereinbaren, die mit Ausnahme von Bauteilen der Gebäudehülle angemessen über die erhöhten Anforderungen hinausgehen.

2.2.4 Verbindlichkeit

Die Anforderungsstufen sowie allfällige besondere Anforderungen an den Schallschutz sind vertraglich festzulegen (vgl. Anhang D.4).

2.3 Lärmempfindlichkeit

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt durch sinngemässe Interpretation der nachstehenden, als Beispiele aufgeführten Angaben.

Tabelle 1 Einstufung der Lärmempfindlichkeit nach der immissionsseitigen Raumart und Nutzung

Lärmempfindlichkeit	Beschreibung der immissionsseitigen Raumart und Raumnutzung (Empfangsraum)
gering	Räume für vorwiegend manuelle Tätigkeit; Räume, welche von vielen Personen oder nur kurzzeitig benützt werden. Beispiele: Werkstatt, Handarbeits-, Empfangs-, Warteraum, Grossraumbüro (bei Ausschluss späterer Unterteilung in mehrere Nutzungseinheiten oder Einzelbüros), Kantine, Restaurant, Küche ohne planmässige Wohnnutzung, Bad, WC, Verkaufsraum, Labor, Korridor.
mittel	Räume für Wohnen, Schlafen und für geistige Arbeiten. Beispiele: Wohn-, Schlafzimmer, Studio, Schulzimmer, Musikübungsraum, Wohnküche, Büroraum, Hotelzimmer, Spitalzimmer ohne spezielle Ruheraumfunktion.
hoch	Räume für Benutzer mit besonders hohem Ruhebedürfnis. Beispiele: spezielle Ruheräume in Spitälern und Sanatorien, spezielle Therapieräume mit hohem Ruhebedarf, Lese-, Studierzimmer.

2.4 Volumenkorrektur C_V

Für Räume mit einem Volumen $V \geq 200 \text{ m}^3$ müssen Projektierungswerte bzw. Messergebnisse angepasst werden. Dies geschieht durch die ganzzahlige Volumenkorrektur C_V .

Tabelle 2 Volumenkorrektur C_V

Volumen V m^3	Volumenkorrektur C_V dB bzw. dB(A)
$V < 200$	0
$200 \leq V < 300$	2
$300 \leq V < 500$	3
$500 \leq V < 800$	4
$V \geq 800$	5

Zur Ermittlung bauakustischer Kennwerte werden Flächen und Volumen aus den Nettoabmessungen (Lichtmasse) bestimmt. Bei Festeinbauten wie Einbauschränken, Einbauküchen, abgehängten Akustikdecken usw. können dafür sinnvolle Abschätzungen getroffen werden. Im Rahmen von akustischen Nachweisen sollen solche Abschätzungen nachvollziehbar dargestellt sein.

3 ANFORDERUNGEN

3.1 Externe Quellen

3.1.1 Luftschall

3.1.1.1 BEURTEILUNGSGRÖSSEN

Als Mass für den Schutz gegen Luftschall von aussen dient die spektral angepasste, volumenkorrigierte bewertete Standard-Schallpegeldifferenz für die Gebäudehülle $D_{e,tot} = D_{nT,w} + C_{tr} - C_V$ (dB), gemessen am Bau.

Je nach Messverfahren (siehe Anhang B) ist für $D_{nT,w}$ einzusetzen: $D_{45°,nT,w}$ bzw. $D_{2m,nT,w}$

$D_{45°,nT,w}$ (dB) bewertete Standard-Schallpegeldifferenz für die Gebäudehülle

$D_{2m,nT,w}$ (dB) bewertete Standard-Schallpegeldifferenz gemäss ISO 140-5, Ziffer 5.6, und dort Anhang B

C_{tr} (dB) Spektrum-Anpassungswert gemäss ISO 717-1 bzw. Anhang B.6 für den Frequenzbereich von 100 bis 3150 Hz

C_V (dB) Volumenkorrektur gemäss Ziffer 2.4

3.1.1.2 MINDESTANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN LUFTSCHALL VON AUSSEN

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Ziffer 2.3. Der Grad der Lärmbelastung durch Aussenlärm wird durch den Beurteilungspegel L_r für die Beurteilungsperioden Tag und Nacht gemäss den Vorschriften der LSV erfasst. Die Beurteilungspegel werden als ganzzahlige Grössen aus Messungen ermittelt oder mit anerkannten Methoden berechnet. Massgebend ist die strengere der beiden Anforderungen für die Beurteilungsperioden Tag bzw. Nacht. Für Räume, in denen sich Personen planmässig in der Regel nur am Tag oder in der Nacht aufhalten, bestimmt der entsprechende Aufenthaltszeitraum die Anforderung. Zur Einhaltung der Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von aussen muss mit den Beurteilungsgrössen gemäss Ziffer 3.1.1.1 und den Anforderungswerten gemäss Tabelle 3 gelten: $D_{e,tot} \geq D_e$ (dB).

Tabelle 3 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von aussen

Lärmbelastung	Grad der Störung durch Aussenlärm			
	klein bis mässig		erheblich bis sehr stark	
Lage des Empfangsortes	abseits von Verkehrsträgern, keine störenden Betriebe		im Bereich von Verkehrsträgern oder störenden Betrieben	
Beurteilungsperiode	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Beurteilungspegel dB(A)	$L_r \leq 60$	$L_r \leq 52$	$L_r > 60$	$L_r > 52$
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte D_e			
gering	22 dB	22 dB	$L_r - 38$ dB	$L_r - 30$ dB
mittel	27 dB	27 dB	$L_r - 33$ dB	$L_r - 25$ dB
hoch	32 dB	32 dB	$L_r - 28$ dB	$L_r - 20$ dB

3.1.1.3 ERHÖHTE ANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN LUFTSCHALL VON AUSSEN

Es gelten die um 3 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 3.

3.1.1.4 HINWEISE ZU KONSTRUKTIONSBEDINGTEN MINDERUNGEN DER SCHALLDÄMMUNG VON AUSSENBAUTEILEN

Bei der bauakustischen Dimensionierung von Aussenbauteilen sind neben Wand- und Fensterbauteilen auch mögliche Schwachstellen für die Schalldämmung wie Storen- und Rollladenkästen, Rahmenverbreiterungen, Zu- und Abluftöffnungen und Anschlussfugen usw. zu berücksichtigen.

Auch bei Schlafräumen an lärmexponierten Fassaden ist eine ausreichende Frischluftzufuhr zu gewährleisten (vgl. Norm SIA 180). Insbesondere bei mechanischen Lüftungsanlagen bzw. Einzelraumlüftern sind durch Schalldämpfer u.a. lokale Störungen durch direkten Luftschalleintritt aus externen Quellen zu verhindern.

3.1.2 **Abgestrahlter Körperschall**

3.1.2.1 Beispiele für Quellen ausserhalb des Gebäudes sind:

- Anlagen des öffentlichen oder privaten Verkehrs,
- Einrichtungen und Maschinen in Industrie und Gewerbe,
- Rollgeräusche von innerbetrieblichen Transporteinrichtungen und Transportwagen,
- Einschlagen von Rammgut auf Baustellen,
- Sprengarbeiten,
- Veranstaltungsräume,
- Freizeitanlagen wie Fitnessräume oder Diskotheken (siehe auch Anhang A).

3.1.2.2 Abgestrahlter Körperschall infolge externer Quellen lässt sich durch nachträgliche sehr aufwendige Verbesserungen am Gebäude teilweise reduzieren. Die dynamischen Eigenschaften eines Gebäudes und jene des Untergrundes spielen für die Wahrnehmbarkeit von extern verursachtem Körperschall eine besonders wichtige Rolle. Abgestrahlter Körperschall wird in der Regel im ganzen Gebäude wahrgenommen und wirkt selbst bei geringen Pegeln stark belästigend.

3.1.2.3 Bestehende Quellen und die Übertragung des Körperschalls bis ans Gebäude stehen nicht im Einflussbereich der Bauverantwortlichen.

3.1.2.4 Eine Beurteilung soll nach der künftigen eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen vorgenommen werden.

3.2 **Interne Quellen**

3.2.1 **Luftschall**

3.2.1.1 BEURTEILUNGSGRÖSSEN

Als Mass für den Schutz gegen Luftschall von innen, zwischen Nutzungseinheiten, dient die spektral angepasste, volumenkorrigierte Schallpegeldifferenz $D_{i,tot} = D_{nT,w} + C - C_V$ (dB), gemessen am Bau.

$D_{nT,w}$ (dB) bewertete Standard-Schallpegeldifferenz

C (dB) Spektrum-Anpassungswert gemäss ISO 717-1 für den Frequenzbereich von 100 bis 3150 Hz

C_V (dB) Volumenkorrektur gemäss Ziffer 2.4

Die Messung der Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ am Bau erfolgt gemäss ISO 140-4. Weitere Hinweise dazu finden sich im Anhang B.

3.2.1.2 MINDESTANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN LUFTSCHALL VON INNEN

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Ziffer 2.3. Der Grad der Lärmbelastung kann mit Hilfe der Beispiele in Tabelle 4 eingestuft werden.

Zur Einhaltung der Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen gilt mit den Beurteilungsgrössen gemäss Ziffer 3.2.1.1 und den Anforderungswerten gemäss Tabelle 4: $D_{i,tot} \geq D_i$ (dB)

Tabelle 4 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen

Lärmbelastung	klein	mässig	stark *	sehr stark *
Beispiele für emissionsseitige Raumart und Nutzung (Senderraum)	Geräuscharme Nutzung: Lese-, Wartezimmer, Patientenzimmer, Sanitätszimmer, Archiv	Nutzung normal: Wohn-, Schlafraum, Küche, Bad, WC, Korridor, Aufzugsschacht, Treppenhaus, Büroraum, Konferenzraum, Labor, Verkaufsraum ohne Beschallung	Lärmige Nutzung: Hobbyraum, Versammlungsraum, Schulzimmer, Kinderkrippe, Kindergarten, Heizung, Einstellgarage, Maschinenraum, Restaurant ohne Beschallung, Verkaufsraum mit Beschallung und dazugehörige Erschliessungsräume	Lärmintensive Nutzung: Gewerbebetrieb, Werkstatt, Musikübungsraum, Turnhalle, Restaurant mit Beschallung und dazugehörige Erschliessungsräume
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte D_i **			
gering	42 dB	47 dB	52 dB	57 dB
mittel	47 dB	52 dB	57 dB	62 dB
hoch	52 dB	57 dB	62 dB	67 dB

* Sonderregelungen für spezielle Nutzungen (siehe Ziffer 3.2.1.4).

** Sonderregelungen für spezielle Zugänge (siehe Ziffer 3.2.1.5).

3.2.1.3 ERHÖHTE ANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN LUFTSCHALL VON INNEN

Es gelten die um 3 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 4.

3.2.1.4 SONDERREGELUNGEN FÜR SPEZIELLE NUTZUNGEN

Neben der Erfüllung der Anforderungen nach Ziffer 3.2.1.2 bzw. 3.2.1.3 sind für Lokale mit Musik und Produktionsbetriebe mit erheblichen tieffrequenten Emissionen o.Ä. bei Nachtbetrieb (19.00 bis 07.00 h) zusätzlich die Anforderungen gemäss Anhang A zu erfüllen.

3.2.1.5 SONDERREGELUNGEN FÜR SPEZIELLE ZUGÄNGE

Die Anforderung für einen direkt erschlossenen Raum einer Nutzungseinheit gegenüber einem Treppenhaus, einem Liftschacht oder einem Korridor, welche ausschliesslich dem Zugang zu den angrenzenden gleichartigen oder bezüglich Lärmbelastungen gleich eingestufteten Räumen anderer Nutzungseinheiten dienen, darf die Werte gemäss Tabelle 4 bzw. die entsprechenden erhöhten Anforderungen unterschreiten. In beiden Fällen gilt ein Anforderungswert $R'_w + C \geq 37$ dB für Türen und Verglasungen.

3.2.2 Trittschall

3.2.2.1 BEURTEILUNGSGRÖSSE

Als Mass für den Schutz gegen Trittschallübertragung wird der spektral angepasste, volumenkorrigierte bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{tot} = L'_{nT,w} + C_I + C_V$ (dB) verwendet.

$L'_{nT,w}$ (dB) bewerteter Standard-Trittschallpegel

C_I (dB) Spektrum-Anpassungswert gemäss ISO 717-2 für den Frequenzbereich von 100 bis 2500 Hz; gilt nur für $C_I > 0$; für negative Werte gilt $C_I = 0$

C_V (dB) Volumenkorrektur gemäss Ziffer 2.4

Die Messung des Standard-Trittschallpegels am Bau erfolgt gemäss ISO 140-7. Details zur Messung sind im Anhang B angegeben.

3.2.2.2 MINDESTANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN TRITTSCHALL

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Ziffer 2.3. Der Grad der Lärmbelastung kann mit Hilfe der Beispiele in Tabelle 5 eingestuft werden.

Zur Einhaltung der Mindestanforderungen an den Schutz gegen Trittschall gilt mit den Beurteilungsgrössen gemäss Ziffer 3.2.2.1 und den Anforderungswerten gemäss Tabelle 5: $L'_{tot} \leq L'$ (dB).

Tabelle 5 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Trittschall

Lärmbelastung	klein	mässig	stark	sehr stark
Beispiele für emissionsseitige Raumart und Nutzung (Senderraum)	Archiv, Warte-, Leserraum	Wohn-, Schlafraum, Küche, Bad, WC, Büro, Heiz- und Klimaraum, Korridor, Treppe, Laubengang, Passage, Terrasse, Einstellgarage	Restaurant, Saal, Schulzimmer, Kinderkrippe, Kindergarten, Turnhalle, Werkstatt, Musikübungsraum und zugehörige Erschliessungsräume	Die in der Stufe «stark» festgehaltenen Nutzungen, wenn diese auch in der Nacht von 19.00 h bis 07.00 h vorkommen
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte L'			
gering	63 dB	58 dB	53 dB	48 dB
mittel	58 dB	53 dB	48 dB	43 dB
hoch	53 dB	48 dB	43 dB	38 dB

3.2.2.3 ERHÖHTE ANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN TRITTSCHALL

Für Neubauten gelten die um 3 dB verringerten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 5.

3.2.2.4 SONDERREGELUNG FÜR UMBAUTEN

Für Umbauten gelten die um 2 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 5 bzw. nach Ziffer 3.2.2.3.

3.2.2.5 SONDERREGELUNG FÜR BALKONE

Für Trittschallübertragungen von Balkonen in Räume anderer Nutzungseinheiten gelten die Lärmbelastung «klein» und um 5 dB erhöhte Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 5 bzw. nach Ziffer 3.2.2.3, d.h. jeweils um 5 dB verminderte Anforderungen für L' (dB).

3.2.2.6 SONDERREGELUNGEN FÜR SPEZIELLE NUTZUNGEN

Neben der Erfüllung der Anforderungen nach Ziffer 3.2.2.2 bzw. 3.2.2.3 sind für Lokale mit Musik und Produktionsbetriebe mit erheblichen tieffrequenten Emissionen o.Ä. bei Nachtbetrieb (19,00 bis 07.00 h) zusätzlich die Anforderungen gemäss Anhang A zu erfüllen.

3.2.3 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

3.2.3.1 ALLGEMEINES

Als Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude gelten alle Funktionsgeräusche und die im Anhang B definierten Benutzungsgeräusche sowie Geräusche aus Industrie und Gewerbe im gleichen Gebäude. Ausgenommen sind Geräusche, die unter andere Ziffern dieser Norm fallen oder gemäss Nachbarrecht nach dem Zivilgesetzbuch (ZGB) zu beurteilen sind.

3.2.3.2 BEURTEILUNGSGRÖSSE

Als Mass für den Schutz zwischen Nutzungseinheiten gegenüber Geräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude dient der A-bewertete Beurteilungspegel mit Volumenkorrektur: $L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V$ in dB(A)

$L_{r,H}$ in dB(A) Beurteilungspegel für Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

C_V in dB(A) Volumenkorrektur gemäss Ziffer 2.4

Die Ermittlung am Bau des Beurteilungspegels für Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude erfolgt nach den Anweisungen im Anhang B.

3.2.3.3 MINDESTANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN GERÄUSCHE HAUSTECHNISCHER ANLAGEN UND FESTER EINRICHTUNGEN IM GEBÄUDE

Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Ziffer 2.3. Die Geräuscharten sind in die Rubriken gemäss Tabelle 6 eingeteilt (siehe auch Beispiele in Tabelle 7).

Zur Einhaltung der Mindestanforderungen an den Schutz gegen Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude gilt mit den Beurteilungsgrössen gemäss Ziffer 3.2.3.2 und den Anforderungswerten gemäss Tabelle 6: $L_{H,tot} \leq L_H$ in dB(A).

Tabelle 6 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

emissionsseitige Geräuschart (Senderraum)	Einzelgeräusche		Dauergeräusche Funktions- oder Benutzungsgeräusche
	Funktionsgeräusche	Benutzungsgeräusche	
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte L_H		
gering	38 dB(A)	43 dB(A)	33 dB(A)
mittel	33 dB(A)	38 dB(A)	28 dB(A)
hoch	28 dB(A)	33 dB(A)	25 dB(A)

3.2.3.4 ERHÖHTE ANFORDERUNGEN AN DEN SCHUTZ GEGEN GERÄUSCHE HAUSTECHNISCHER ANLAGEN UND FESTER EINRICHTUNGEN IM GEBÄUDE

Es gelten die um 3 dB(A) verringerten Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 6. Dazu gilt 25 dB(A) als Kleinstwert.

3.2.3.5 SONDERFALL MISCHNUTZUNGEN

Sind in einem Gebäude getrennte Nutzungseinheiten für Wohnungen und für Industrie oder Gewerbe vorgesehen, so gelten in allen Anforderungsstufen für den Schutz der Wohnungen gegenüber Geräuschen aus der gewerblichen Nutzung die um 5 dB verschärften Anforderungen gegenüber den Werten nach Tabelle 6 bzw. nach Ziffer 3.2.3.4. Dazu gilt 25 dB(A) als Kleinstwert. Wenn für eine gewerbliche Nutzung sichergestellt wird, dass nicht mit erhöhter Lärmemission aus manuellen Tätigkeiten, Apparatebetrieb oder Publikumsverkehr usw. zu rechnen ist (nicht störende Betriebe), kann auf die Verschärfung der Anforderungen um 5 dB verzichtet werden.

3.2.3.6 SONDERFALL AUSSCHLIESSLICHE TAGESNUTZUNG

Je nach Anforderungsstufe (siehe Ziffer 2.2) dürfen die Anforderungswerte gemäss Tabelle 6 für L_H in der Nachtphase (19.00 bis 07.00 h) nicht überschritten werden. Wenn zweifelsfrei sichergestellt ist, dass Störgeräusche nur in der Tagphase (07.00 bis 19.00 h) auftreten können, gelten jeweils um 5 dB(A) erhöhte Werte gegenüber den Werten nach Tabelle 6 bzw. gemäss Ziffer 3.2.3.4, d.h. um 5 dB(A) verminderte Anforderungen für L_H in dB(A).

3.2.3.7 NORMATIVE HINWEISE

3.2.3.7.1 Die Anforderungen gelten dem Schutz vor Geräuschen, die bei der Funktion und Benützung von Sanitär- und Kücheneinrichtungen sowie von haustechnischen Anlagen und festen Einrichtungen im Gebäude entstehen und dabei in anderen Nutzungseinheiten Störungen verursachen können. Empfehlungen zur Verminderung von Störungen aus der selbst verwendeten Nutzungseinheit werden in Anhang G aufgeführt.

3.2.3.7.2 Die Anforderungen müssen von sämtlichen Geräuschquellen für sich allein erfüllt sein. Wenn mehrere Geräusche dabei planmässig zusammen auftreten, so ist deren Störwirkung durch energetische Pegelsummation zu berücksichtigen. Ausgenommen sind Betriebszustände, welche nur ohne Anwesenheit von Personen vorgesehen sind, nur in Ausnahmefällen vorkommen (z.B. Hochwasserpumpe, Notstromaggregat) oder per Vereinbarung ausgeschlossen sind.

3.2.3.7.3 Abgestrahlter Körperschall aus Industrie und Gewerbe (Sonderfall Mischnutzung) soll zusätzlich zum Nachweis gemäss Ziffer 3.2.3.5 nach der künftigen eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen beurteilt werden (siehe Ziffer 3.2.4).

3.2.3.8 BEISPIELE FÜR GERÄUSCHARTEN

Tabelle 7 Einteilung der emissionsseitigen Geräusche (Senderraum)

Einzelgeräusche	<p><i>Funktionsgeräusche</i> Waschtisch, Spülbecken und Badewanne füllen bzw. auslaufen lassen; Klosett spülen inklusive Spülvorgang auslösen; Betriebsgeräusche von Wasser- und Abwasserinstallationen; An-, Um-, Abstellen von Ventilen und sonstigen Armaturen; Aufzugsanlagen; Geräusche automatisch betätigter Garagentore, Türschliesser oder Storenanlagen; Schaltgeräusche elektrischer Anlagen</p> <p><i>Benutzungsgeräusche</i> Dusche und Badewanne nutzen; Klosettsitz (Deckel, Brille) fallen lassen; Pfannen und Geschirr auf Arbeitsflächen abstellen; Schrankauszüge und Schranktüren betätigen; Garagentore, Drehflügel-Eingangstüren, Schiebetüren und -fenster, Storen, Cheminéeeklappen, -gitter, -türen und Backofenklappen manuell betätigen</p>
Dauergeräusche	<p><i>Funktionsgeräusche</i> Betrieb von Lüftungs- und Klimaanlage, Geschirrspüler, Waschmaschine, Tumbler, Kühlanlage, Ventilator, Heizung, Kompressor, Wärmepumpe, Whirlpool, Dachentwässerung</p> <p><i>Benutzungsgeräusche</i> Geräusche gewerblicher Einrichtungen mit manueller Betätigung</p>

3.2.3.9 BEMERKUNGEN

3.2.3.9.1 Bei Geräuschquellen, die in Tabelle 7 nicht genannt sind, ist die Zuordnung sinngemäss vorzunehmen.

- 3.2.3.9.2 Bei der Messung von Benutzungsgeräuschen als Einzelgeräuschen erfolgt die Anregung einzelner, in Anhang B, Tabelle 12, definierter Einrichtungen durch Simulation mit dem EMPA-Pendelfallhammer (siehe Ziffer B.3.5). Zur Erzeugung weiterer dort aufgeführter Benutzungsgeräusche als Einzelgeräusche sind Handbetätigungen vorgesehen.
- 3.2.3.9.3 Die zugehörigen Messverfahren und Pegelkorrekturen K_i sind in Anhang B beschrieben. Hinsichtlich der zu berücksichtigenden Benutzungsgeräusche in Wohnbereichen ist die Auflistung im Anhang B abschliessend, da die zugehörigen Messungen nur eine ausreichende akustische Entkoppelung der haustechnischen Anlagen und festen Einrichtungen im Gebäude von den übrigen Bauteilen bzw. vom Baukörper und nicht alle möglichen Geräusche nachweisen sollen.
- 3.2.3.9.4 Der Einfluss individuellen Nutzerverhaltens auf die Benutzungsgeräusche ist nicht Gegenstand dieser Norm. Beispielsweise erfordern das Schliessen von Türen mit fachgerechten Dichtungen oder das Befüllen oder Reinigen von Cheminées erhöhte Rücksichtnahme zur Vermeidung erheblicher Störungen der Nachbarschaft.
- 3.2.3.9.5 Zur Beurteilung von Benutzungs- und Funktionsgeräuschen aus Industrie oder Gewerbe im selben Gebäude sind repräsentative Betriebszustände auszuwählen, zu messen und allfällig in ungünstiger Kombination, wenn gleichzeitiges Auftreten realistisch ist, zu bewerten.
- 3.2.3.9.6 Konstruktionsbedingte Geräusche, die beispielsweise aus plötzlicher Entlastung von Zwängungen entstehen können, sind sinngemäss wie Funktionsgeräusche zu beurteilen.
- 3.2.3.9.7 Dagegen werden Geräusche, die bei direkter meteorologischer Einwirkung auf die Gebäudehülle entstehen, wie Regen und Wind, nicht von dieser Norm erfasst.

3.2.4 **Abgestrahlter Körperschall aus Industrie und Gewerbe**

- 3.2.4.1 Beispiele für Quellen innerhalb des Gebäudes sind:
 - Einrichtungen und Maschinen in Industrie und Gewerbe,
 - manuelle Tätigkeiten in Industrie und Gewerbe,
 - innerbetriebliche Lastentransporte,
 - Veranstaltungsräume,
 - Freizeitanlagen wie Fitnessräume oder Diskotheken (siehe auch Anhang A).
- 3.2.4.2 Abgestrahlter Körperschall infolge interner Quellen lässt sich durch Massnahmen an der Körperschallquelle im betroffenen Gebäude reduzieren. Die dynamischen Eigenschaften eines Gebäudes spielen für die Wahrnehmbarkeit von intern verursachtem Körperschall eine besonders wichtige Rolle. Abgestrahlter Körperschall wird in der Regel im ganzen Gebäude wahrgenommen und wirkt selbst bei geringen Pegeln stark belästigend.
- 3.2.4.3 Die Beurteilung soll entsprechend der künftigen eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen vorgenommen werden. Daneben sind die Anforderungen analog zu Ziffer 3.2.3 wie für Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude zu erfüllen.
- 3.2.4.4 Auf der Grundlage von Kenntnissen über die Körperschallquellen sind hinreichende Planungsunterlagen mit dem Ziel zu erstellen, unzumutbare Störungen im betroffenen Gebäude auszuschliessen. Die Anforderungen müssen von sämtlichen internen Körperschallquellen für sich – und wenn gleichzeitiges Wirken nicht ausgeschlossen wird, auch in energetischer Summation für gleichzeitige Körperschall-Einwirkungen – erfüllt sein.

3.3 Raumakustische Anforderungen an Unterrichtsräume und Sporthallen

3.3.1 Abgrenzung der Geltung

Der ordentliche Betrieb von Unterrichtsräumen und Sporthallen (ohne Publikum) setzt ein Mindestmass an Sprachverständlichkeit bzw. Hörsamkeit voraus. Zur entsprechenden raumakustischen Konditionierung müssen die Nachhallzeiten in diesen Räumen Randbedingungen einhalten, die für kleine und mittelgrosse Räume in der Norm DIN 18041 festgelegt sind und auszugsweise im Folgenden zitiert werden. Für den baulichen Schallschutz gelten ausschliesslich die Regelungen der Norm SIA 181.

3.3.2 Nachhallzeiten für Unterrichtsräume und Sporthallen

In Anlehnung an DIN 18041 werden die Nachhallzeiten T_{soll} festgelegt für Unterrichtsräume bis 500 m³ und für Sporthallen von 2000 bis 8500 m³ (ohne Publikum, normale Nutzung durch eine Klasse oder Gruppe). Die nachfolgenden Sollwerte der Nachhallzeiten gelten für die Situation, bei der die Belegung des Raumes mindestens 80% der normalen Belegung entspricht.

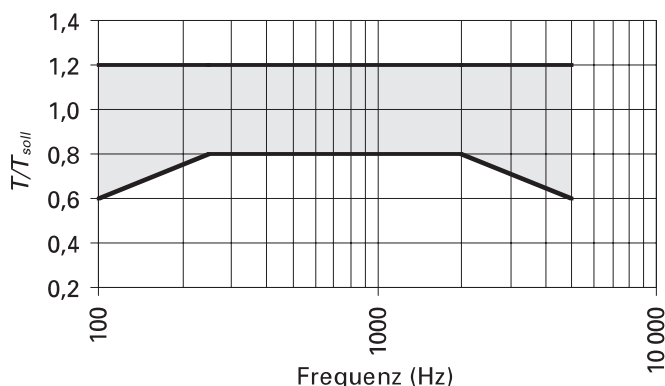
3.3.2.1 SOLLWERT DER NACHHALLZEIT FÜR UNTERRICHTSRÄUME

Räume mit $V \leq 500 \text{ m}^3$ $T_{soll} = -0,17 + 0,32 \lg(V/V_0)$ (s) $V_0 = 1 \text{ m}^3$

Beispiele: für 60 m³ ist $T_{soll} = 0,4$ s; für 500 m³ ist $T_{soll} = 0,7$ s

Für Unterrichtsräume (Sprache) sollen sich die anzustrebenden Nachhallzeiten im Frequenzbereich 100 bis 5000 Hz im Toleranzbereich (bezogen auf T_{soll}) gemäss Figur 1 befinden.

Figur 1 Anzustrebender Bereich der Nachhallzeiten für Sprache



3.3.2.2 SOLLWERT DER NACHHALLZEIT FÜR SPORTHALLEN

Für Sporthallen mit $2000 \text{ m}^3 \leq V \leq 8500 \text{ m}^3$ $T_{soll} = -2,49 + 1,27 \lg(V/V_0)$ (s) $V_0 = 1 \text{ m}^3$

Beispiele: für 2000 m³ ist $T_{soll} = 1,7$ s; für 5000 m³ ist $T_{soll} = 2,2$ s

Für Sporthallen darf der Sollwert T_{soll} im Frequenzbereich zwischen 250 und 2000 Hz um nicht mehr als 20% überschritten werden (von DIN 18041 abweichende Festlegung). Kürzere Nachhallzeiten sind vorzuziehen.

Für grössere Sporthallen ($V > 8500 \text{ m}^3$) werden Sollwerte T_{soll} im Frequenzbereich zwischen 250 und 2000 Hz von maximal 2,5 s empfohlen (von DIN 18041 abweichende Festlegung). Kürzere Nachhallzeiten sind vorzuziehen.

3.3.2.3 NACHHALLZEITEN BEI WEITEREN NUTZUNGEN, MISCHNUTZUNGEN UND SPORTHALLEN MIT PUBLIKUM

Für Projektierungen hierzu ist DIN 18041 im Originaltext heranzuziehen.

3.3.3 **Hinweise zur Hörsamkeit in Räumen**

Bei der Hörsamkeit geht es um die Eignung eines Raumes insbesondere für eine angemessene sprachliche Kommunikation und für musikalische Darbietungen. Die Hörsamkeit in einem Raum wird vorwiegend beeinflusst durch

- die geometrische Gestaltung des Raumes,
- die Auswahl und Verteilung von schallabsorbierenden und reflektierenden Flächen,
- die Nachhallzeit,
- den Gesamtstörschalldruckpegel,
- die Qualität einer allfälligen Sprachbeschallung.

4 NACHWEISE

4.1 Allgemeines

4.1.1 Prognosen

4.1.1.1 Prognosen für den Schallschutz am Bau können erbracht werden

- durch eigene Mittel (einfache numerische Rechenverfahren; Erfahrung),
- durch Berechnung mit Verfahren gemäss den Normen EN 12354-1 bis 3 unter Berücksichtigung der Schallnebenwegübertragungen (siehe Anhang F).

4.1.1.2 Prognosewerte im Sinne von bewerteten Einzahl-Kennwerten sollen einen angemessenen Projektierungszuschlag K_P in dB bzw. dB(A) aufweisen, damit die Einhaltung der Anforderungen unter Berücksichtigung z.B. abweichender Abmessungen gegenüber Laborprüfkörpern, üblicher Bauimperfectionen und Alterungseffekten auch bei Kontrollmessungen am Bau mit hoher Wahrscheinlichkeit erreichbar ist. Die gewählten Projektierungszuschläge sind zahlenmässig auszuweisen.

4.1.1.3 Planmässige Schallnebenwegübertragungen (Flankenübertragungen) sind in den Prognosewerten zusätzlich zum Projektierungszuschlag zu berücksichtigen. Das geschieht für den Luft- bzw. Trittschallschutz entweder durch Anwendung der Prognoseverfahren nach der Normenreihe EN 12354 oder aber durch Abschätzung nach Erfahrung aus dem Vergleich zwischen Labor-Messergebnissen und Ergebnissen aus Messungen am Bau für gleichartige Bauteile mit vergleichbaren Einbaubedingungen. Zur Prognose der Bauteilkennwerte für die Bausituation sind bei einer Abschätzung jeweils ausreichende Ab- bzw. Zuschläge K_F für Flankenübertragungen am Bau vorzusehen. Spektrum-Anpassungswerte und allfällige Volumenkorrekturen sind zusätzlich zu berücksichtigen.

4.1.1.3.1 Für den Schätzwert zum bewerteten Bau-Schalldämm-Mass gilt:

$$R'_w = R_w - K_F \text{ (dB)}$$

R_w bewertetes Schalldämm-Mass des im Labor mit unterdrückter Flankenübertragung gemessenen Bauteils

Damit kann die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ ermittelt werden:

$$D_{nT,w} = R'_w + 10 \lg (V/S) - 4,9 \text{ (dB)}$$

4.1.1.3.2 Für den Schätzwert zum bewerteten Norm-Trittschallpegel gilt:

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_F \text{ (dB)}$$

$L_{n,w}$ bewerteter Norm-Trittschallpegel des im Labor mit unterdrückter Flankenübertragung gemessenen Deckenbauteils

Damit kann der bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ ermittelt werden:

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \lg (V) + 14,9 \text{ (dB)}$$

4.1.1.3.3 Die Zusammenhänge zwischen R'_w und $D_{nT,w}$ bzw. $L'_{n,w}$ und $L'_{nT,w}$ sind im Anhang E beschrieben.

4.1.1.4 Zur Ermittlung der resultierenden Schalldämmung zusammengesetzter Bauteile gilt der folgende Zusammenhang bezüglich dem Luftschall interner Quellen für das resultierende spektral korrigierte bewertete Bau-Schalldämm-Mass:

$$(R'_w + C)_{res} = -10 \cdot \lg \sum_{j=1}^n \frac{S_j \cdot 10^{-(R'_w + C_j)/10 \text{ dB}}}{S_{res}} \text{ (dB)}$$

S_j Fläche des Bauteils j

S_{res} Gesamtfläche aller n Bauteile

Der analoge Formelzusammenhang gilt für Luftschall externer Quellen mit C_{tr} statt C .

4.1.2 Nachweis durch Messung am Bau

Die für die Nachweise massgebenden Mess- und Bewertungsnormen sind in Ziffer 0.2 und im Anhang B aufgeführt. Andere Verfahren sind nicht zugelassen. Gemäss dem Stand der Technik sind Terzbandmessungen vorzunehmen, auch wenn gemäss den normativen Verweisen noch Oktavbandmessungen zugelassen werden. Massgebend sind die Ergebnisse jeweils normgerecht am Bau durchgeführter Messungen.

4.1.3 Rundungsregeln

Wo die Einzahl-Bewertungsergebnisse als akustische Qualitätsgrössen infolge von Berechnungsschritten Kommastellen aufweisen, sind sie vor dem Vergleich nach den Regeln der Bewertungsnormen bzw. nach arithmetischen Regeln auf ganzzahlige Werte zu runden.

Zwischenergebnisse von Messauswertungen und akustischen Berechnungen sind vor der Ausführung von Rechenoperationen (z.B. vor energetischer Summation, Subtraktion, arithmetischer Mittelwertbildung) mit dem Ziel der Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit von Berechnungsergebnissen gemäss Tabelle 8 zu runden.

Tabelle 8 Rundungsregeln

Grösse	Symbol	Dimension	Zwischenwert-Rundung *
Schallpegel	L	dB, dB(A)	1 Nachkommastelle
Schalldämm-Masse	R, R'	dB	1 Nachkommastelle
Schallpegeldifferenzen	$D_{x,y}$	dB	1 Nachkommastelle
Nachhallzeit	T	s	2 Nachkommastellen
Absorptionsgrad	α	–	2 Nachkommastellen

* und tabellarische Ergebnisdarstellungen vor Ermittlung von Einzahlbewertungen

4.1.4 Mess- und Rechenunsicherheit

Für jeden Nachweis ist die Grösse der Mess- oder Berechnungsunsicherheit anzugeben. Ohne weitere Angaben wird darunter eine Schätzung der Standardabweichung verstanden.

4.2 Luftschall externer oder interner Quellen

4.2.1 Die Anforderungen an den Luftschallschutz gelten als erfüllt, wenn die mit zugehörigen Spektrum-Anpassungswerten spektral angepassten und volumenkorrigierten, jeweils durch Messung am Bau ermittelten bewerteten Standard-Schallpegeldifferenzen die jeweils massgebenden Anforderungswerte nicht unterschreiten.

4.2.2 Die spektral angepassten und volumenkorrigierten bewerteten Standard-Schallpegeldifferenzen $D_{e,tot} = D_{45^\circ,nT,w} + C_{tr} - C_V$ (dB) bzw. $D_{e,tot} = D_{2m,nT,w} + C_{tr} - C_V$ (dB) für die Gebäudehülle und $D_{i,tot} = D_{nT,w} + C - C_V$ (dB) zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten sind abhängig von

- den Schalldämmeigenschaften (R'_w), den spektralen Eigenschaften (C_{tr} , C) und Flächen der Einzelteile des Trennbauteils,
- der Gesamtfläche des Trennbauteils,
- dem Volumen des Empfangsraumes.

Die rechnerischen Beziehungen zwischen den bewerteten Standard-Schallpegeldifferenzen $D_{nT,w}$, $D_{45^\circ,nT,w}$, $D_{2m,nT,w}$ und dem bewerteten Bau-Schalldämm-Mass R'_w sind im Anhang E angegeben.

Für Prognosen bei internen Quellen ist nachzuweisen: $D_{i,d} = D_{i,tot} - K_P = D_{nT,w} + C - C_V - K_P \geq D_i$ (dB)

Für Kontrollen am Bauwerk bei internen Quellen ist nachzuweisen: $D_{i,tot} = D_{nT,w} + C - C_V \geq D_i$ (dB)

Für den Schallschutz in der Nacht gegenüber öffentlichen Lokalen bzw. Produktionsbetrieben gemäss Anhang A ist $C_{tr, 50-3150}$ statt C einzusetzen.

Für Prognosen bei externen Quellen ist nachzuweisen: $D_{e,d} = D_{e,tot} - K_P = D_{nT,w} + C_{tr} - C_V - K_P \geq D_e$ (dB)

Für Kontrollen am Bauwerk bei externen Quellen ist nachzuweisen: $D_{e,tot} = D_{nT,w} + C_{tr} - C_V \geq D_e$ (dB)

Dazu ist je nach Messverfahren für $D_{nT,w}$ einzusetzen: $D_{45^\circ,nT,w}$ bzw. $D_{2m,nT,w}$

- 4.2.3 Als Anhaltswert für die Luftschalldämmung eines einzelnen Trennbauteils wird das spektral angepasste bewertete Bau-Schalldämm-Mass $R'_w + C$ bzw. $R'_w + C_{tr}$ gemäss ISO 717-1 verwendet, welches die bauüblichen Nebenwegübertragungen einschliesst.

4.3 Trittschall

- 4.3.1 Die Anforderungen an den Trittschallschutz gelten als erfüllt, wenn der spektral angepasste, volumenkorrigierte bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{tot} = L'_{nT,w} + C_I + C_V$ (dB) die jeweils massgebenden Anforderungswerte nicht überschreitet. Darin ist für $C_I < 0$ zu setzen: $C_I = 0$.

- 4.3.2 Der spektral angepasste, volumenkorrigierte bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{tot} = L'_{nT,w} + C_I + C_V$ (dB) in einem Raum ergibt sich aus dem bewerteten Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ für den begehbaren Bauteil, dem Spektrum-Anpassungswert C_I und den volumen- und nachhallzeitbezogenen Korrekturen für den jeweiligen Empfangsraum. Die rechnerischen Beziehungen zwischen $L'_{nT,w}$ und $L'_{n,w}$ sind im Anhang E angegeben.

Für Prognosen ist nachzuweisen: $L'_d = L'_{tot} + K_P = L'_{nT,w} + C_I + C_V + K_P \leq L'$ (dB)

Werden in den Prognosen bewertete Trittschallminderungen ΔL_w gemäss ISO 140-8 und ISO 717-2 verwendet, die für Deckenaufbauten auf massiven Bezugsdecken im Prüfstand ermittelt wurden, so dürfen die Werte ΔL_w auch nur für Prognosen zu Deckenaufbauten mit Massivdecken angesetzt werden. Für abweichende Deckenaufbauten sind die zugehörigen Trittschallminderungen ΔL_w am speziellen System zu ermitteln bzw. sind die Kennwerte für das spezifische Gesamtsystem zu messen und in Prognosen zu verwenden.

Für Kontrollen am Bauwerk ist nachzuweisen: $L'_{tot} = L'_{nT,w} + C_I + C_V \leq L'$ (dB)

- 4.3.3 Als Mass für die Trittschalldämmung eines begehbaren Bauteils wird der spektral angepasste bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w} + C_I$ gemäss ISO 140-7 und ISO 717-2 verwendet, welcher die bauüblichen Nebenwegübertragungen einschliesst.

4.4 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

- 4.4.1 Die Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Beurteilungspegel mit Volumenkorrektur $L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V$ in dB(A) die jeweils massgebenden Anforderungswerte nicht überschreiten.

- 4.4.2 Der Beurteilungspegel $L_{r,H}$ in einem bestimmten Raum ergibt sich aus den gemessenen Luftschallpegeln, der Nachhallzeit bzw. der Korrektur zur Raumabsorption und allfälligen Korrekturen für Ton- und Impulshaltigkeit gemäss Anhang B. Für die Projektierung können Erfahrungswerte zu vergleichbaren Einbausituationen oder Messergebnisse aus Labors mit bauähnlicher Nebenwegübertragung herangezogen werden. Eine rein rechnerische Bestimmung ist zum Ausgabezeitpunkt dieser Norm nicht zuverlässig möglich.

Für Prognosen ist nachzuweisen: $L_{H,d} = L_{H,tot} + K_P = L_{r,H} + C_V + K_P \leq L_H$ in dB(A)

Für Kontrollen am Bauwerk ist nachzuweisen: $L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V \leq L_H$ in dB(A)

4.5 Abgestrahlter Körperschall

Die Anforderungen sind eingehalten, wenn der Beurteilungspegel des abgestrahlten Körperschalls mit Volumenkorrektur den betreffenden Zahlenwert nicht überschreitet. Der Nachweis ist nach der künftigen eidg. Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen bzw. den Bestimmungen für Geräusche haustechnischer Anlagen zu erbringen.

4.6 Nachhallzeit in Unterrichtsräumen und Sporthallen

Der Nachweis der Einhaltung von T_{soll} im Toleranzbereich gemäss Ziffer 3.3.2.1 bzw. 3.3.2.2 erfolgt entweder rechnerisch (z.B. gemäss der Norm EN 12354-6) oder messtechnisch gemäss den Vorschriften der Norm EN ISO 3382.

Anhang A (normativ)

Schallschutz in der Nacht gegenüber Lokalen mit Musik und Produktionsbetrieben mit tieffrequenten Emissionen

A.1 Allgemeines

- A.1.1 Grundsätzlich ist in einem Gebäude mit anderen Nutzungseinheiten die Einrichtung eines Lärm verursachenden öffentlichen Lokals oder Produktionsbetriebs mit tieffrequenten Emissionen (insbesondere mit nächtlichen Betriebszeiten) möglichst zu vermeiden, da für derartige Situationen erhebliche Nachbarschaftsstörungen kaum zu verhindern sind. Für die Fälle, in denen nicht darauf verzichtet werden soll, gelten die nachfolgenden Regelungen.
- A.1.2 Öffentliche Lokale, private Clubs usw., in denen Musik gespielt wird, verursachen in der Regel Störungen in anderen Nutzungseinheiten auf Grund erheblicher tieffrequenter Schallemissionen und allfällig später Öffnungszeiten (19.00 h bis 07.00 h). Als erhebliche tieffrequente Schallemissionen im Sinne dieses Anhangs gelten Geräusche mit einer Differenz zwischen den energieäquivalenten Dauerschallpegeln mit C-Bewertung $L_{Ceq(t)}$ dB(C) und mit A-Bewertung $L_{Aeq(t)}$ dB(A) über 5 dB, d.h. $L_{Ceq(t)}$ dB(C) – $L_{Aeq(t)}$ dB(A) > 5 dB.
- A.1.3 Analoges gilt für erheblich tieffrequenten Lärm verursachende Produktionsbetriebe, in denen auch nachts gearbeitet wird, mit $L_{Aeq(t)} > 75$ dB(A). Die Einstufung hierzu erfolgt nach Tabelle 9 sinngemäss entsprechend der jeweiligen Lärmbelastung.

A.2 Anforderungen an den Schutz gegen Luftschall

A.2.1 Beurteilungsgrössen

Als Mass für den Schutz gegen Luftschall zwischen einem Lokal mit Musik und anderen Nutzungseinheiten im selben oder in einem angrenzenden Gebäude dient die spektral angepasste bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{i50,tot} = D_{nT,w} + C_{tr,50-3150} - C_V$, gemessen am Bau.

A.2.2 Mindestanforderungen

- A.2.2.1 Die Einstufung der Lärmempfindlichkeit erfolgt gemäss Ziffer 2.3. Der Grad der Lärmbelastung wird anhand des während einer Dauer t von mindestens 15 Minuten bis zur Erlangung gesicherter Mittelwerte gemessenen energieäquivalenten Dauerschallpegels $L_{Aeq(t)}$ dB(A) im Innern des Lokals oder des Produktionsbetriebs festgelegt. Dabei sind alle repräsentativen Nutzungs- bzw. Betriebszustände zu berücksichtigen. Eine Abschätzung zur Einstufung kann, wenn noch keine Messwerte vorliegen, mit Hilfe der Beispiele in Tabelle 10 erfolgen.
- A.2.2.2 Zur Einhaltung der Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen muss mit den Beurteilungsgrössen nach A.2.1 und Anforderungswerten nach Tabelle 9 gelten: $D_{i50,tot} \geq D_{i50}$ (dB).

Tabelle 9 Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen D_{i50} aus Lokalen mit Musik

Lärmbelastung (emissionsseitig)	klein	mässig bis sehr stark
$L_{Aeq(t)}$ dB(A) nachts	< 75	≥ 75
Lärmempfindlichkeit	Anforderungswerte D_{i50} (dB)	
gering	50	$L_{Aeq(t)} - 25$
mittel	55	$L_{Aeq(t)} - 20$
hoch	60	$L_{Aeq(t)} - 15$

Tabelle 10 Beispiele zu den Mindestanforderungen an den Schutz gegen Luftschall von innen D_{i50} für Lokale mit Musik

Lärmbelastung und Beispiele für Lokalart (emissionsseitig)	mittel Restaurant oder Café mit erhöhtem Schallpegel	erheblich Pub, Bar	stark Nachtclub, Lokal mit sehr hohem Schallpegel	sehr stark Diskothek, Dancing, erheblich verstärkte Live-Musik
$L_{Aeq(t)}$ dB(A) nachts	75 bis 80	80 bis 85	85 bis 90	> 90
Lärmempfindlichkeit	Bereiche der Anforderungswerte D_{i50} (dB) nach Lokalart			
gering	50 bis 55	55 bis 60	60 bis 65	> 65
mittel	55 bis 60	60 bis 65	65 bis 70	> 70
hoch	60 bis 65	65 bis 70	70 bis 75	> 75

A.2.3 Erhöhte Anforderungen

Es gelten die um 3 dB erhöhten Werte gegenüber den Werten nach Tabellen 9 bzw. 10.

A.2.4 Sonderregelung bei massgeblich tieffrequenten Störungen

Für Situationen, in denen die Differenz zwischen den energieäquivalenten Dauerschallpegeln mit C-Bewertung $L_{Ceq(t)}$ dB(C) und mit A-Bewertung $L_{Aeq(t)}$ dB(A) einen Wert von 12 dB überschreitet, d.h. $L_{Ceq(t)}$ dB(C) – $L_{Aeq(t)}$ dB(A) > 12 dB, sind Zusatzmassnahmen zum Schutz gegen tieffrequenten Luftschall zu treffen und die Anforderungswerte D_{i50} um mindestens 3 dB zu erhöhen. Hierzu gelten also um mindestens 3 dB strengere Anforderungen als nach Tabelle 9.

A.3 Anforderungen an den Schutz gegen Trittschall

In Bezug auf den Trittschall $L'_{tot} = L'_{nT,W} + C_I + C_V$ zwischen dem öffentlichen Lokal und lärmempfindlichen Räumen im selben oder in einem angrenzenden Gebäude müssen die Anforderungen gemäss Ziffer 3.2.2 der Norm für sehr starke Lärmbelastung erfüllt sein.

Verfügt das öffentliche Lokal über eine Tanzfläche, so darf der von ihr ausgehende Trittschall einen um 10 dB tieferen Wert $L'_{tot} = L'_{nT,W} + C_I + C_V$, d.h. um 10 dB strengere Anforderungen, nicht überschreiten.

A.4 Anmerkungen

Die Messmethoden müssen den Schwierigkeiten hinsichtlich tiefer Frequenzen Rechnung tragen (vgl. Anhänge E 2.4 und E 3.3).

Die Anforderungen der Norm für eine sehr starke Lärmbelastung (vgl. Ziffer 3.2.1.2) entsprechen den in Tabelle 9 genannten Anforderungen für eine geringe Lärmbelastung unter Berücksichtigung einer Differenz $C_{tr, 50-3150} - C$ von –7 dB.

Anhang B (normativ)

Bemessung und Bewertung des Schallschutzes

B.1 Messung bauakustischer Kennwerte

Die nachfolgend beschriebenen Messverfahren sind in internationalen Normen detailliert beschrieben. Für alle Details müssen die zugehörigen Normen selbst konsultiert werden.

Bei der massgebenden Normenserie ISO 140 handelt es sich um klassische Verfahren, welche schon seit Jahrzehnten verwendet werden. Seit ca. 1990 zeichnet sich eine Modernisierung dieser Methoden durch Verwendung der MLS-Technik ab. Diese verwendet besondere Pulsfolgen (maximum length sequence) als Sendesignale, was erhebliche Vorteile bringt. Die Einführung dieser Technik in die internationale Normung ist in Vorbereitung. Die vorliegende SIA-Norm erklärt im Voraus die Verwendung der MLS-Technik für gültig, sofern der Nachweis geführt wurde, dass in Standard-situationen gleichwertige Resultate erzielt werden.

B.1.1 Messung des Schalldämm-Masses R im Labor

Die Messung der Schallübertragung durch Bauteile und die Bestimmung des Schalldämm-Masses R erfolgt im Labor in Prüfständen mit unterdrückter Flankenübertragung und mit definierten Nachhallzeiten (ISO 140-3). Im Senderaum wird ein breitbandiges Geräusch erzeugt und spektral gemessen. Im Empfangsraum wird der durchgetretene Schall spektral gemessen, die Differenz der Pegel bestimmt und auf eine feste Bauteilfläche sowie äquivalente Absorptionsfläche normiert. Das daraus ermittelte Schalldämm-Mass R ist eine Bauteilkenngrösse. Die Bewertung nach ISO 717-1 liefert als Resultat das bewertete Schalldämm-Mass R_w und die Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} .

B.1.2 Ermittlung der bewerteten Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ am Bau

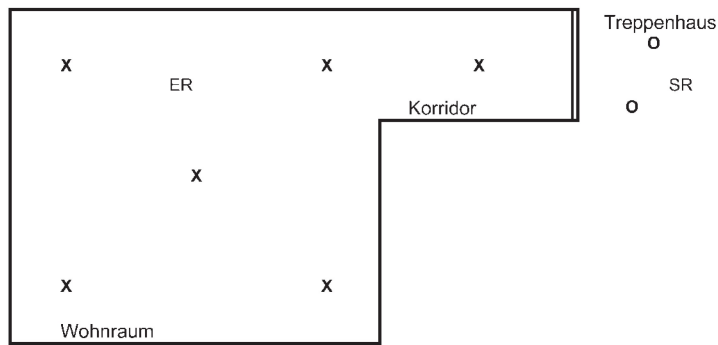
B.1.2.1 Die Messung der Standard-Schallpegeldifferenz D_{nT} im Bau erfolgt gemäss ISO 140-4, die Bewertung nach ISO 717-1. Im Sende- und im Empfangsraum werden die räumlichen und zeitlichen Mittelwerte der Pegel gemessen. Der mittlere Empfangspegel wird auf die Bezugsnachhallzeit T_0 von 0,5 s normiert.

B.1.2.2 Die in der Norm festgelegte Anzahl der Lautsprecher- und Mikrofonpositionen sowie die Mindestabstände untereinander und von festen Raumbegrenzungsflächen müssen exakt eingehalten werden. Erfolgt die Messung mit einem abweichenden Verfahren, darf bei der Weitergabe des Resultats kein Bezug auf die vorliegende SIA-Norm gemacht werden.

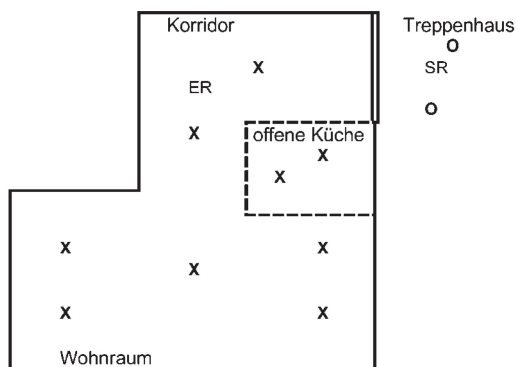
B.1.2.3 Besondere Probleme treten auf, wenn der Empfangsraum offen und sein Volumen undefiniert ist. Dies ist in modernen Grundrissen nicht selten der Fall. Dann ist eine wesentliche Voraussetzung der Messmethode nicht mehr erfüllt (konstante Energiedichte im ganzen Raum), und das Ergebnis kann falsch werden. In solchen Fällen muss der Raum behelfsmässig geschlossen oder eine untere Schranke von D_{nT} unter Berücksichtigung der Pegel in der Nähe des Trennbauteils abgeschätzt werden. In der Regel werden kleinere, offen an grössere angeschlossene Räume vereinfachend den grösseren Räumen und der massgeblichen Nutzung zugerechnet (z.B. Zuordnung eines offenen angeschlossenen Küchen- und Essbereichs zum Wohnbereich mit Anforderungen wie für Wohnräume).

B.1.2.4 In ISO 140-14 werden zahlreiche Beispiele für prinzipielle Messanordnungen bei speziellen Raum-anordnungen aufgezeigt. Die folgenden Messanordnungen gelten im Grundriss (Figuren 2 bis 5) für gegenüber dem Treppenhaus bzw. Aussenkorridoren direkt erschlossene Räume und für einen möglichen Doppel- oder Reihenhausquerschnitt nach Figur 6 in Anlehnung an ISO 140-14.

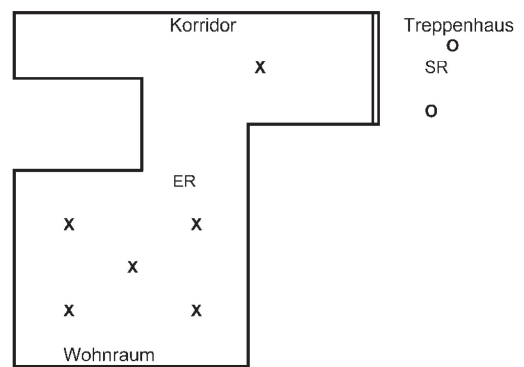
Figur 2 Wohnraum mit offen angeschlossenem Korridor



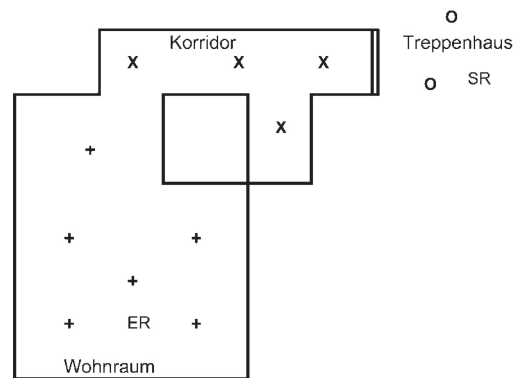
Figur 3 Wohnraum mit offener Küche und offen angeschlossenem Korridor



Figur 4 Wohnraum mit teilweise offenem Korridor



Figur 5 Wohnraum mit überwiegend geschlossenem Korridor

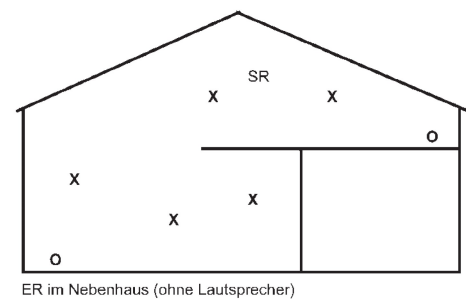


x mit Empfindlichkeit: gering
+ mit Empfindlichkeit: mittel

Legende:

- O Lautsprecherposition
- x Mikrofonposition
- SR Senderraum (in den Grundrissen, Figuren 2 bis 5, sind die Mikrofonpositionen im SR nicht dargestellt)
- ER Empfangsraum
- || Trennbauteil

Figur 6 Schnitt: Galerie in offenem Wohnraum mit Haustrennwand zu benachbarter REFH-Einheit



ER im Nebenhaus (ohne Lautsprecher)

B.1.3 **Kontrolle des bewerteten Bau-Schalldämm-Masses R'_w einer Wohnungstür**

Bei der Kontrolle der Qualität einer eingebauten Wohnungstür mit Messung nach ISO 140-4 und Bewertung nach ISO 717-1 besteht eine beträchtliche Gefahr der Falschmessung, wenn der Empfangsraum aus mehreren, miteinander verbundenen Räumen besteht. Als Senderraum ist das Treppenhaus zu wählen und der Pegel an Positionen nahe der Tür zu messen. Schliesst sich auf der Empfangsseite an den Eingangskorridor ohne Zwischentür ein Wohnraum an (vom Treppenhaus direkt erschlossener Wohnraum), so stösst die Normierung auf die Bezugs-Absorptionsfläche auf Schwierigkeiten. Die ortsunabhängige Energiedichte als Voraussetzung für die Messmethode ist dann nicht gegeben. Man wird versuchen, den Korridor behelfsmässig abzuschliessen oder eine untere Schranke des Schalldämm-Masses zu ermitteln. Erfüllt diese die Anforderung, ist das Problem gelöst. Andernfalls muss mittels Intensitätsmessung gemäss ISO 15186 ein alternativer Weg gesucht werden.

B.1.4 **Messung der bewerteten Standard-Schallpegeldifferenz $D_{\phi,nT}$ eines raumabschliessenden Bauteils der Gebäudehülle**

B.1.4.1 Im Empfangsraum wird der räumliche und zeitliche Mittelwert des Pegels gemessen. Der Empfangspegel wird auf die Bezugsnachhallzeit T_0 von 0,5 s normiert.

B.1.4.2 Für die Ermittlung der Beurteilungsgrössen zur Charakterisierung der Schalldämmung von Aussenbauteilen bzw. des Schallschutzes für die Gebäudehülle durch Messungen am Bau gilt ISO 140-5. Danach wird unterschieden in:

- Bauteil-Verfahren zur Bestimmung von Kennwerten für die Schalldämmung von Bauteilen im Einbauzustand,
- Gesamt-Verfahren zur Bestimmung von Kennwerten für den Schallschutz der Gebäudehülle bzw. von raumabschliessenden Aussenbauteilen.

B.1.4.3 Zur Schallanregung für zugehörige Messungen sind vorgesehen:

- Lautsprecher (allgemein),
- Strassenverkehrslärm (wenn massgebend),
- Eisenbahnverkehrslärm (wenn massgebend),
- Flugverkehrslärm (wenn massgebend).

B.1.4.4 Im Rahmen dieser Norm wird im Sinne des Bauteil-Lautsprecher-Verfahrens, als Referenzlösung für die Beurteilung des Schallschutzes der Gebäudehülle bzw. von raumabschliessenden Aussenbauteilen, ein modifiziertes Gesamt-Lautsprecher-Verfahren mit Nahfeldmessung an der Gebäudehülle definiert. Anhand der Erfahrungen, die aus der Anwendung der Norm SIA 181 (1988) gewonnen wurden, können auf diese Weise zutreffende und reproduzierbare Messergebnisse für den baulichen Schallschutz durch eine Gebäudehülle erzielt werden.

B.1.4.5 Die mit den Gesamt-Verfahren nach ISO 140-5, Ziffer 5.6, und dort Anhang D, am Bau ermittelten Kennwerte $D_{2m,nT,w} + C_{tr}$ enthalten auf Grund des dabei vorgesehenen Aussen-Messabstands von ca. 2,0 m vor der Gebäudehülle und 1,0 m vor vorspringenden Gebäudeteilen allfällig unkontrollierte Reflexionen (z.B. von Fensterleibungen), wodurch sich die Messunsicherheiten erhöhen können.

B.1.4.6 Trotzdem ist bei stark absorbierenden oder räumlich stark gegliederten Gebäudehüllen mit Erkern, Gauben, ausladenden Gesimsen o.Ä. das Gesamt-Lautsprecher-Verfahren nach ISO 140-5, Ziffer 5, mit Mikrofonpositionen 2,0 m vor der Gebäudehülle abweichend von Ziffer B.1.4.4 als Referenzlösung zu wählen, um zumindest für grössere (Fassaden-)Bereiche repräsentative Ergebnisse zu erhalten. Dazu wird auch für die Bestimmung der Aussen-Schalldruckpegel eine Berücksichtigung mehrerer Messpositionen empfohlen.

B.1.4.7 Die in der vorliegenden Norm bzw. in ISO 140-5 festgelegte Geometrie der Lautsprecheraufstellung und die Mikrofonpositionen müssen exakt eingehalten werden. Erfolgt die Messung mit einem abweichenden Verfahren, darf bei der Weitergabe des Resultats kein Bezug zur vorliegenden SIA-Norm erfolgen.

B.1.4.8 Hinweise

- In einem geschlossenen Raum mit einem diffusen Schallfeld erhöht sich der gemessene Pegel gegenüber der Messung im Freifeld um 6 dB. Weil hier mit L_1 nicht der Sendepiegel in einem Raum, sondern der Aussenpegel im Freifeld (2 m vor der Wand) gemessen wird, muss dieser messtechnische Unterschied von 6 dB bei den Schallpegeldifferenzen berücksichtigt werden. Eine andere Situation ergibt sich beim Bauteil-Lautsprecher-Verfahren nach Ziffer B.1.6, bei dem das Aussenmikrofon direkt auf dem Trennbauteil angeordnet wird. Hier ergibt sich durch die Überlagerung der einfallenden und der reflektierten Schallwelle eine Druckverdoppelung, was eine Erhöhung des gemessenen Pegels um 6 dB bewirkt, so dass in diesem Falle keine Pegelkorrektur notwendig ist, da sich hierbei die vorgenannten Korrekturanteile gegeneinander aufheben.
- Der Einsatz der MLS-Technik ist besonders bei Fassadenmessungen dringend zu empfehlen, weil damit die Einflüsse von Fremdgeräuschen erheblich reduziert werden können.

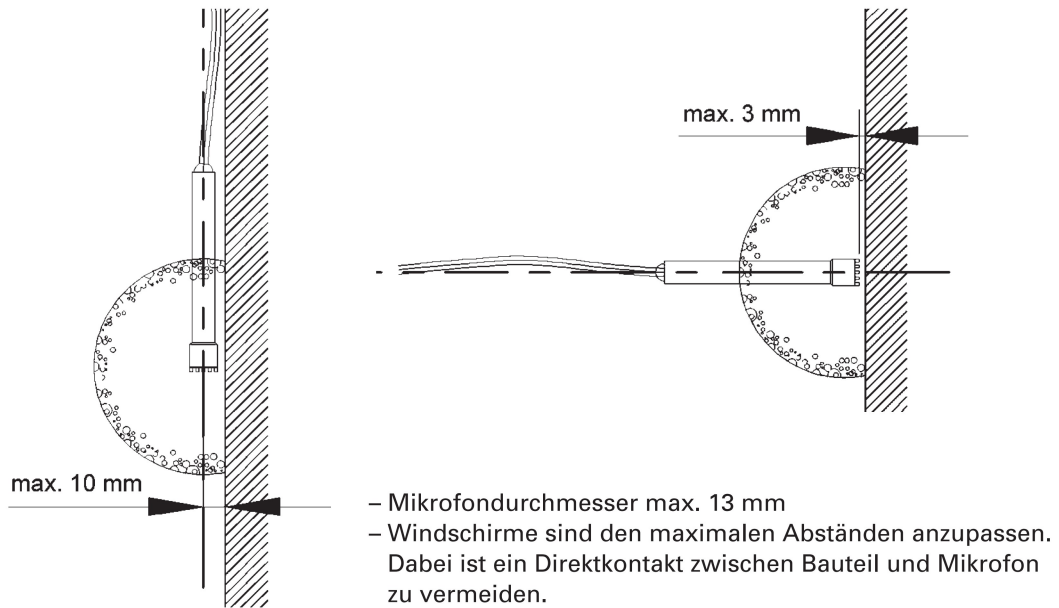
B.1.5 **Übersicht zu den Messverfahren und massgeblichen Kennwerten**

Tabelle 11 Positionierung der Lautsprecher und Mikrofone

	Norm ISO 140-5 Gesamtverfahren	Norm SIA 181 Bauteil-Lautsprecher-Verfahren
Lautsprecher Anforderung	örtliche Differenzen des Schalldruckpegels in jedem verwendeten Frequenzband kleiner als 5 dB (gemessen auf einer ebenen Fläche)	
Einfallswinkel	$45^\circ \pm 5^\circ$	$45^\circ \pm 5^\circ$
Mindest-Abstand Lautsprecher zu Prüfelement	5 m für R'_{45° 7 m für $D_{Is,2m}$	zweifache Diagonale des Prüfelementes
Position	am Boden oder so hoch wie möglich	möglichst nahe am Boden
Aussenmikrofon Anzahl Positionen	$n = 1$ Position in 2 m Abstand senkrecht vor der Fassaden- fläche	- anfänglich $n = 3$ Positionen gleichmässig, asymmetrisch verteilt - Anzahl bis 10 erhöhen, wenn die Schallpegeldifferenz von 2 Positionen grösser n dB ist - bei Fassadenrücksprüngen $n = 10$

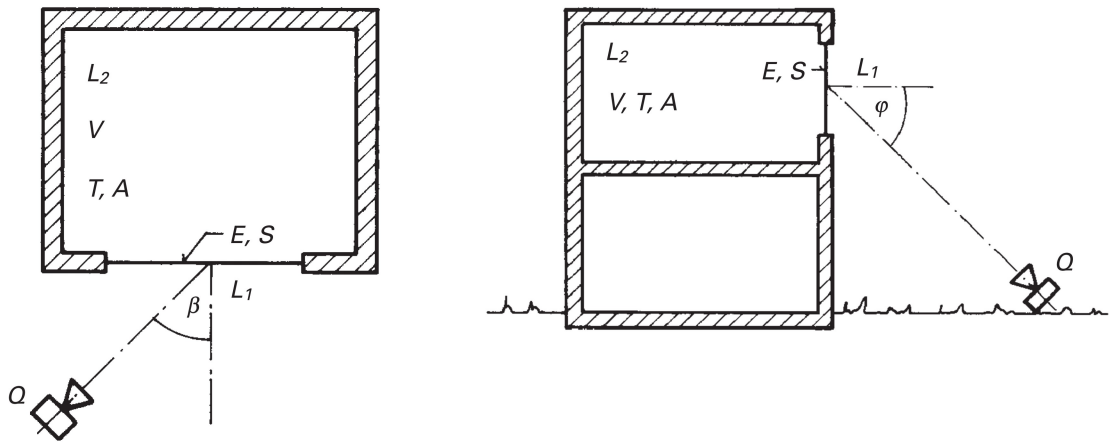
B.1.6 Anordnung der Aussenmikrofone beim Bauteil-Lautsprecher-Verfahren

Figur 7 Anordnung der Mikrofone



B.1.7 Prüfanordnung für das Bauteil-Lautsprecher-Verfahren

Figur 8 Prüfanordnung im Grundriss (links) und Schnitt (rechts)



Prüfelement	E	
Fläche der lichten Öffnung des Prüfelementes (ISO 140-5, Anhang A)	S	m^2
Sendeseite (Aussenseite)		
mittlerer Schallpegel auf dem Prüfelement (gemessen direkt vor dem reflektierenden Aussenbauteil als Staudruck)	L_1	dB
räumlicher Schalleinfallswinkel $\cos \vartheta = \cos \beta \cdot \cos \phi$	ϑ	$45^\circ \pm 5^\circ$
Empfangsraum		
mittlerer Schallpegel im Raum	L_2	dB
Nachhallzeit	T	s
Raumvolumen	V	m^3
äquivalente Schallabsorptionsfläche	$A = 0,16 V/T$	m^2

Bau-Schalldämm-Mass des Prüfelementes E $R'_{45^\circ} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S \cdot \cos \vartheta}{A}$ (dB) *

Standard-Schallpegeldifferenz $D_{45^\circ, nT} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{T \cdot \cos \vartheta}{T_0}$ (dB) *

- * Die folgenden zwei Effekte kürzen sich in der Formel weg:
 a) L_1 , auf der Oberfläche gemessen, ist 6 dB grösser als im Freifeld
 b) Korrektur Freifeld – Diffusfeld 6 dB

Bezugsnachhallzeit für alle Volumina $T_0 = 0,5$ s
 Bewertete Standard-Schallpegeldifferenz zwischen aussen und Raum $D_{45^\circ, nT, w}$ (dB)
 Bewertetes Bau-Schalldämm-Mass des Prüfelementes E $R'_{45^\circ, w}$ (dB)

Im Vergleich mit den Anforderungen sind die Spektrum-Anpassungswerte C_{tr} und die Volumenkorrektur C_V zu berücksichtigen.

Die Schalldämmung hängt vom Schalleinfallswinkel ab. R'_{45° weicht deshalb vom Labormesswert R ab.

B.1.8 Kontrolle des Bau-Schalldämm-Masses R'_w eines eingebauten Fensters

Das Schalldämm-Mass eines in der Fassade eingebauten Fensters wird nach dem Bauteil-Lautsprecher-Verfahren der vorliegenden Norm als Referenzlösung gemessen. Aus der Pegeldifferenz wird $R'_{45^\circ, w}$ nach Normierung auf die Fensterfläche und die äquivalente Absorptionsfläche im Empfangsraum berechnet.

Das Ergebnis ist nur gültig, wenn alle Schallwege ausser jenem durch das Fenster energetisch vernachlässigbar bleiben. Wenn der Verdacht auf eine akustisch schwache Fassade oder auf Nebenwege durch Rollladenkästen, Brüstung oder zusätzliche Fenster besteht, müssen solche Nebenwege durch Behelfskonstruktionen weitgehend unterdrückt werden. Es besteht ausserdem die Möglichkeit, mit der Intensitätsmethode gemäss Norm ISO 15186 die übertragene Schallenergie direkt zu messen.

B.2 Messung des bewerteten Standard-Trittschallpegels $L'_{nT, w}$

Die Messung im Bau erfolgt gemäss der Norm ISO 140-7 unter Verwendung des Normhammerwerks. Die Bezugsnachhallzeit T_0 ist 0,5 s.

Aus den Messwerten in den 16 Terzbändern wird der bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT, w}$ gemäss ISO 717-2 ermittelt.

Die in der Norm festgelegte Anzahl der Positionen des Normhammerwerks sowie die Anzahl der Mikrofonpositionen müssen strikt eingehalten werden. Erfolgt die Messung mit einem abweichenden Verfahren, darf bei der Weitergabe des Resultats kein Bezug auf die vorliegende SIA-Norm gemacht werden.

Ausser dem Standard-Trittschallpegel $L'_{nT, w}$ gemäss ISO 717-2 werden der energetische Summenpegel $L'_{nT, sum}$ im Frequenzband 100 bis 2500 Hz gebildet und die Korrekturgrösse C_l berechnet:
 $C_l = L'_{nT, sum} - L'_{nT, w} - 15$ (dB).

B.3 Messung von Geräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

Zur Beurteilung der Geräusche haustechnischer Anlagen dient der Beurteilungspegel $L_{r, H}$. Dabei ist methodisch zwischen Einzel- und Dauergeräuschen wie folgt zu unterscheiden:

- Messmethode für Einzelgeräusche,
- einfache Messmethode für Dauergeräusche,
- genauere Messmethode für Dauergeräusche.

Die Messungen sind bis zum Erreichen gesicherter Werte zu wiederholen.

Zur Festlegung massgeblicher Betriebszustände siehe Norm EN ISO 16032.

B.3.1 Messmethode für Einzelgeräusche

Die Beurteilung von Einzelgeräuschen basiert auf dem Mittelwert des A-bewerteten Schalldruckpegels $L_{A,F}$ im Empfangsraum. Für Benutzungsgeräusche gilt der arithmetische Mittelwert, für Funktionsgeräusche der energetische Mittelwert.

Gemessen wird an Orten, an denen sich normalerweise Personen aufhalten, und zwar die Maximalschallpegel $L_{A,F}$ mit der Zeitkonstanten FAST und bewertet mit der A-Bewertungskurve (A-Filter). Der Mittelwert ist noch mit den nachfolgend genannten Pegelkorrekturen zu versehen.

Für den Gesamtwert $L_{H,tot}$ zu Einzelgeräuschen haustechnischer Anlagen gilt:

$$L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V = L_{A,F} + K1 + K4 + C_V \text{ in dB(A)}$$

$L_{r,H}$ Beurteilungspegel für Geräusche haustechnischer Anlagen

C_V Volumenkorrektur nach Ziffer 2.4

$L_{A,F}$ mittlerer Wert des A-bewerteten maximalen Schallpegels, gemessen mit der Zeitkonstanten FAST

$K1$ Pegelkorrektur zur Berücksichtigung der Schallabsorption im Raum

$K1 = 0$ für Räume mit stark absorbierender Ausstattung

$K1 = -2$ für Räume mit gering absorbierender Ausstattung

$K1 = -4$ für Räume ohne absorbierende Ausstattung

$K4$ Pegelkorrektur zur Berücksichtigung der Differenz zwischen Simulation und Originalgeräusch für Benutzungsgeräusche (siehe Tabelle 12)

B.3.2 Die einfache Messmethode für Dauergeräusche

Die einfache Messmethode kann bei Dauergeräuschen, die keine besonderen Probleme stellen, oder für überschlägige Kontrollmessungen angewendet werden.

Gemessen wird am Ort, an dem sich normalerweise Personen aufhalten, und zwar der mittlere, A-bewertete Schallpegel L_{Aeq} . Dieser Pegel wird mit 3 Pegelkorrekturen ($K1$, $K2$ und $K3$) versehen, die das Schallabsorptionsvermögen im Raum, die Tonhaltigkeit und die Impulshaltigkeit der Geräusche berücksichtigen.

Für den Gesamtwert $L_{H,tot}$ zu Dauergeräuschen haustechnischer Anlagen nach einfacher Messmethode gilt:

$$L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V = L_{Aeq} + K1 + K2 + K3 + C_V \text{ in dB(A)}$$

$L_{r,H}$ Beurteilungspegel für Geräusche haustechnischer Anlagen

L_{Aeq} Mittlerer A-bewerteter äquivalenter Schallpegel

Die Pegelkorrektur $K1$ wird gemäss den Ausführungen in Ziffer B.3.1 bestimmt. Für die Pegelkorrekturen $K2$ und $K3$ gilt im Sinne der eidg. Lärmschutz-Verordnung (LSV) Folgendes:

$K2 = 0$ kein hörbarer Tongehalt

$K2 = 2$ bei schwach hörbarem Tongehalt

$K2 = 4$ bei deutlich hörbarem Tongehalt

$K2 = 6$ bei stark hörbarem Tongehalt

und

$K3 = 0$ kein hörbarer Impulsgehalt

$K3 = 2$ bei schwach hörbarem Impulsgehalt

$K3 = 4$ bei deutlich hörbarem Impulsgehalt

$K3 = 6$ bei stark hörbarem Impulsgehalt

B.3.3 Genauere Messmethode für Dauergeräusche

Die genauere Messmethode wird angewandt, wenn eine hohe Genauigkeit verlangt wird.

Zur Beurteilung der Dauergeräusche dient bei der genaueren Messmethode der räumliche und zeitliche Mittelwert des A-bewerteten Schalldruckpegels im Empfangsraum, standardisiert auf die Bezugsnachhallzeit T_0 . Dazu erfolgt die Messung in Terzbändern mit bandweiser Standardisierung und anschliessender Berechnung des A-bewerteten Standardpegels $L_{nT,A}$.

Gemessen wird am Ort, an dem sich normalerweise Personen aufhalten, und zwar die mittleren Terzbandpegel und Nachhallzeiten in den Terzen mit den Mittenfrequenzen von 50 bis 5000 Hz. Die gemessenen Terzbandpegel werden dann mit Hilfe der Nachhallzeiten normiert:

$L_{nT} = L - 10 \lg (T/T_0)$ mit der Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5 \text{ s}$

Für die Berücksichtigung der Tonhaltigkeit und der Impulshaltigkeit werden ausserdem die oben beschriebenen Pegelkorrekturen K_2 und K_3 mitberücksichtigt.

Für den Gesamtwert $L_{H,tot}$ zu Dauergeräuschen haustechnischer Anlagen nach genauerer Messmethode gilt:

$$L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V = L_{nT,A} + K_2 + K_3 + C_V \text{ in dB(A)}$$

B.3.4 Erzeugung und Beurteilung von Funktionsgeräuschen

Funktionsgeräusche haustechnischer Anlagen sind so zu erzeugen, wie sie bei bestimmungsgemäsem Gebrauch mit Maximalintensität auftreten können. Die Beurteilung erfolgt für Einzel- bzw. Dauergeräusche nach Ziffer 3.2.3 der Norm und folgenden Festlegungen:

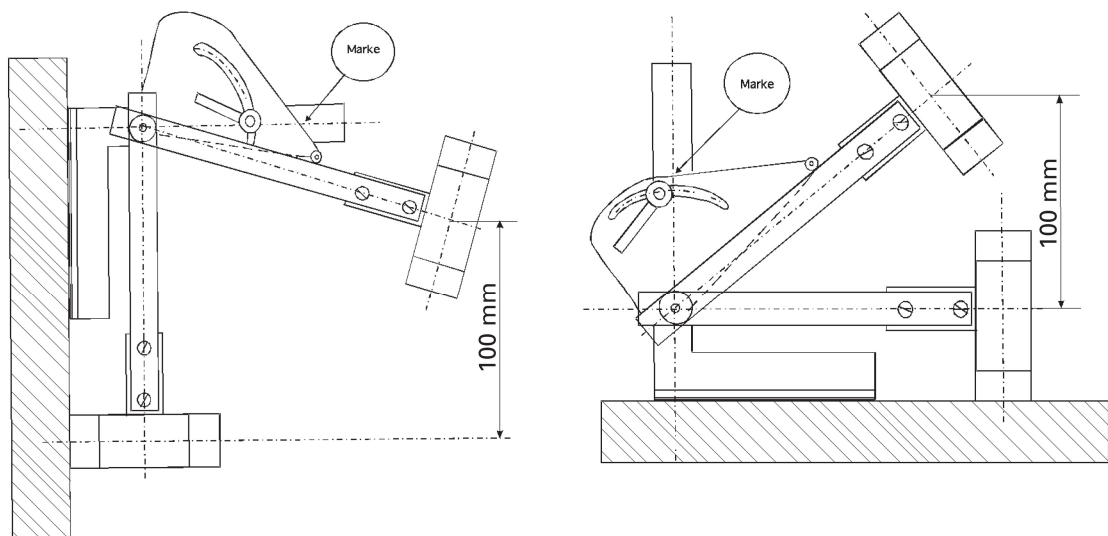
- Es sind mindestens 3 Geräuscheignisse und 3 Messpositionen zu berücksichtigen.
- Zur Auswertung der Messergebnisse ist das energetische Mittel massgebend.
- Sofern bei haustechnischen Anlagen aus Industrie und Gewerbe üblicherweise mehrere Geräuschquellen gleichzeitig wirken, sind die massgebenden Schallpegel energetisch zu superponieren.
- Wenn ein Dauergeräusch wesentlich durch Einzelereignisse (z.B. Ein- oder Ausschalten von Kompressoren oder Pumpen, Auslösen eines Spülvorgangs) beeinflusst wird, so ist die Bewertung getrennt für Einzel- bzw. Dauergeräusche vorzunehmen.
- Die WC-Spülung erfolgt für die Messung mit Brauchwasser unter Vernachlässigung von Feststoffanteilen.

B.3.5 Erzeugung und Beurteilung von Benutzungsgeräuschen (Einzelgeräusche)

Benutzungsgeräusche haustechnischer Anlagen sind so zu erzeugen, dass die Eignung der betroffenen Anlagenteile zur Vermeidung erheblicher Schallübertragungen in angrenzende Bauteile (ausreichende schalltechnische Entkopplung) überprüft werden kann. Dabei soll das aktuelle und subjektive Nutzerverhalten (Nachbarschaftsverhältnis) nicht in die Beurteilung der bauakustischen Eigenschaften einer haustechnischen Anlage eingehen.

- Es sind mindestens 6 Geräuscherzeugungsereignisse und dabei mindestens 2 Messpositionen zu berücksichtigen. Massgebend ist der arithmetische Mittelwert aus den Messergebnissen.
- Die Geräuscherzeugung erfolgt vorzugsweise (Referenzverfahren) reproduzierbar mit definiertem und validiertem Simulationsgerät (EMPA-Pendelfallhammer mit einstellbarem Winkelanschlag).
- Die Fallhöhe, bezogen auf Hammerkopfschwerpunkt zwischen Ausgangs- und Endposition, beträgt unabhängig von der Neigung der Aufschlagsfläche 100 mm.

Figur 9 EMPA-Pendelfallhammer



Fallhammer an senkrechter Fläche
(Horizontalschlag)

Fallhammer auf waagrechter Fläche
(Vertikalschlag)

- Benutzungsgeräusche, die nach Frequenzgehalt und Intensität mit dem EMPA-Pendelfallhammer nicht sinnvoll simuliert werden können, sind in Tabelle 12 unter Geräuscherzeugung «von Hand» aufgeführt.
- Bezüglich der zu messenden Benutzungsgeräusche ist Tabelle 12 für übliche Wohnnutzung abschliessend. Störungen durch Nutzung von Kleinteilen (Abstellen von Zahnputzglas, Seifenschale, Betätigen von Papierabroller, Duschschlauch usw.) rechtfertigen keine Kontrollmessungen im Sinne dieser Norm. Hier wird der Ersatz der Störquellen durch geräuschärmere Lösungen ohne Kontrollmessungen empfohlen. Im Übrigen sind auch hierzu Rücksichtnahme und Toleranz im Nachbarschaftsverhältnis notwendig.
- Im Sinne von nur orientierenden Messungen und zum Vergleich unterschiedlicher Lösungen (z.B. WC-Deckel mit und ohne Absenkluft) können die Messungen auch an den konkreten Anlage-teilen der jeweils angetroffenen Situation erfolgen. Das Gleiche gilt, wenn die Anregungsorte sonst nicht zugänglich sind.

Tabelle 12 Messung von Benutzungsgeräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen in üblichen Wohnbauten

Bauteil	Art der Prüfung und Geräuscherzeugung	Anregungsort und Hinweise	Pegelkorrektur K4 dB(A)
Sanitär- und Kücheneinrichtungen			
Badewanne	EMPA-Pendelfallhammer (Horizontal- oder Vertikalschlag)	verteilt (Boden und Wand)	–12
Duschtasse	EMPA-Pendelfallhammer (Vertikalschlag)	verteilt (Boden)	–12
WC *	EMPA-Pendelfallhammer (Vertikalschlag)	vorderer Rand (Brillenaufleger)	– 7
Lavabo	EMPA-Pendelfallhammer (Vertikalschlag)	hintere Abstellfläche	–12
Planmässige Abstellflächen für harte Gegenstände in Nasszellen	EMPA-Pendelfallhammer (Vertikalschlag)	sofern möglich (Platz, Bruchgefahr)	–12
Spüle, Arbeits- und Abstellflächen in Küchen	EMPA-Pendelfallhammer (Vertikalschlag)	verteilt, jeweiliges Element freigeräumt	–10
Schrankauszüge und -türen *	EMPA-Pendelfallhammer (Horizontalschlag)	verteilt über Schrankstirnflächen bzw. Rand geschlossener Türen (beachte: Fallhöhenanpassung)	–12
Schrankelemente, Tablare	EMPA-Pendelfallhammer (Vertikalschlag)	verteilt, jeweiliges Element freigeräumt	– 7

* Bei planmässigem Einbau langfristig wirksamer Dämpfungseinrichtungen kann auf Messungen verzichtet werden.

Bauteil	Art der Prüfung und Geräuscherzeugung	Anregungsort und Hinweise	Pegelkorrektur K4 dB(A)
Sonstige manuell betriebene Einrichtungen			
(Drehflügel-)Eingangstüren (manuell)	EMPA-Pendelfallhammer (Horizontalschlag)	auf geschlossenes Türblatt am Aussenrand	- 5
Innentüren und Fenster ohne weichelastische Dichtung	EMPA-Pendelfallhammer (Horizontalschlag)	auf geschlossenes Türblatt bzw. Fensterflügel am Aussenrand	-12
Backofenklappen usw. mit Federzug	Öffnen und Schliessen von Hand	Loslassen ab Federzugwirkung	
Cheminée: Klappen, Gitter, Türen	Öffnen und Schliessen von Hand	Betätigung mit mittlerer Intensität (ohne Schwung holen) durch mit diesen Prüfungen vertrautes Messpersonal	
Garagentor (manuell)	Öffnen und Schliessen von Hand		
Storen, Rollläden (manuell)	Öffnen und Schliessen von Hand		
Schiebetüren und -fenster (manuell)	Öffnen und Schliessen von Hand		
Einrichtungen, bei denen das Nutzerverhalten massgebend ist			
Cheminée: Befüllen, Reinigen	keine Normprüfung	→ erfordern Rücksichtnahme und Toleranz. Wenn die baulichen Vorkehrungen zur Einschränkung von Schallübertragungen z.B. bei Reinigungsarbeiten nicht ausreichen, sind entsprechende Nutzervereinbarungen zu treffen	
Dreh- bzw. Kippfenster (manuell) und einfache (Drehflügel-)Türen innen	keine Normprüfung bei Kontakt mit Rahmen über weichelastische Dichtungen	→ erhebliche Störung tritt hier nur bei rücksichtsloser Handhabung auf	
Duschvorhänge, Duschwände	keine Normprüfung	→ erfordern Rücksichtnahme und Toleranz	
Kleinteile in Bad und WC wie z.B. WC-Rollenhalter, Duschschauch, Zahnputzglas	keine Normprüfung	→ freiwilliger Austausch bzw. Rücksichtnahme	
nichtgewerbliche Musik-, TV-, Audioanlagen	keine Normprüfung	→ erfordern Rücksichtnahme und Toleranz	

B.4 Messgeräte

Für die Messung der Luft- und Trittschallübertragung sowie der Geräusche haustechnischer Anlagen müssen Mess- und Kalibriergeräte verwendet werden, die von einem vom Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung (metas) anerkannten Eich- bzw. Kalibrierlabor überprüft wurden. Dabei sollen die Überprüfungsintervalle einen Zeitraum von zwei Jahren nicht überschreiten.

Die einzusetzenden akustischen Messgeräte müssen der Klasse 1 nach EN 61672-1 entsprechen.

Die Messgeräte haben insbesondere den Anforderungen der nachstehend aufgeführten internationalen Normen in jeweils gültiger Fassung (und ggf. Änderungen) zu entsprechen:

- EN 60942 (und .../A1): Elektroakustik – Schallkalibratoren
- EN 61260 (und .../A1): Elektroakustik – Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven
- EN 61672-1: Elektroakustik – Schallpegelmessgerät – Teil 1: Anforderungen

B.5 Messung von abgestrahltem Körperschall

Die Messungen sind nach den Bestimmungen der künftigen eidg. Verordnung zum Schutz vor Erschütterungen durchzuführen.

B.6 Normspektren zur Bewertung des Schallschutzes

In der Ausgabe 1996 der Norm ISO 717-1 werden Normspektren für einzelne, häufig auftretende Lärmarten definiert. Diese Normspektren sollen dann verwendet werden, wenn besonderes Gewicht auf das Frequenzverhalten gelegt werden muss und die bauakustischen Einzahlbewertungen nach ISO 717-1 nicht ausreichen. Die Spektren sind hinsichtlich der Bezugskurve auf 0 dB in dB(A) normiert.

Tabelle 13 Schallpegelspektren zur Berechnung der Spektrum-Anpassungswerte anhand gemessener Terzen

Terz-Mittens- frequenz f_m Hz	Bezugskurve zur Bewertung der Luftschall- dämmung dB	Schallpegelspektren zur Berechnung der Spektrum- Anpassungswerte anhand gemessener Terzen aus ISO 717-1		
		für Luftschall von innen C dB	für Luftschall von aussen $C_{tr, 100-3150}$ dB	für Luftschall nach Anhang A $C_{tr, 50-3150}$ dB
50				-25
63				-23
80				-21
100	33	-29	-20	-20
125	36	-26	-20	-20
160	39	-23	-18	-18
200	42	-21	-16	-16
250	45	-19	-15	-15
315	48	-17	-14	-14
400	51	-15	-13	-13
500	52	-13	-12	-12
630	53	-12	-11	-11
800	54	-11	-9	-9
1000	55	-10	-8	-8
1250	56	-9	-9	-9
1600	56	-9	-10	-10
2000	56	-9	-11	-11
2500	56	-9	-13	-13
3150	56	-9	-15	-15

Mit den Schallspektren nach Tabelle 13 werden die Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} gemäss ISO 717-1 nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$C_j = X_{Aj} - X_w$$

j Index für die Schallspektren 1 (C) und 2 (C_{tr})

X_w Einzahlangabe der Schalldämmung

X_{Aj} berechnet nach $X_{Aj} = -10 \lg \sum_i 10^{(L_{ij} - X_i) / 10}$ (dB)

i Index für die Terzbänder 100 bis 3150 Hz bzw. 50 bis 3150 Hz

L_{ij} Schallpegel nach Tabelle 13 bei der Frequenz i für das Spektrum j

X_i Schalldämm-Mass R_i oder Bau-Schalldämm-Mass R'_i bei der Messfrequenz i , angegeben auf 0,1 dB

Der jeweilige Spektrum-Anpassungswert wird auf 0,1 dB berechnet und auf eine ganze Zahl gerundet.

Tabelle 14 Schallpegelspektren zu den Bezugskurven für Trittschall und Trittschallminderung auf Bezugsdecken nach ISO 717-2

Terz-Mittenfrequenz f_m Hz	Bezugskurve zur Bewertung der Trittschalldämmung Bezugswert dB	Norm-Trittschallpegel der Bezugsdecke zur Bewertung der Trittschallminderung einer Deckenauflage $L_{n,r,0}$ dB
100	62	67
125	62	67,5
160	62	68
200	62	68,5
250	62	69
315	62	69,5
400	61	70
500	60	70,5
630	59	71
800	58	71,5
1000	57	72
1250	54	72
1600	51	72
2000	48	72
2500	45	72
3150	42	72

Das Normspektrum für die Bezugskurve wird zur Einzahlbewertung der Trittschalldämmung kompletter Trenndecken nach ISO 717-2 angesetzt. Das Normspektrum für die Bezugsdecke dient der Einzahlbewertung für die Trittschallminderung einer Deckenauflage hinsichtlich einer nach ISO 717-2 definierten, massiven Bezugsdecke.

Für abweichende Deckenbauarten ist, sofern keine genormten Schallpegelspektren für entsprechende Bezugsdecken verfügbar sind, das Gesamtsystem aus Decke und Deckenauflage zu prüfen.

Der Spektrum-Anpassungswert C_j für Trittschall wird nach ISO 717-2 über Summenpegel für den Frequenzbereich von 100 bis 2500 Hz berechnet (vgl. Ziffer B.2).

Anhang C (informativ)

Erläuterung der Rechtsgrundlagen

C.1 Bezug zum Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) und zur eidg. Lärmschutz-Verordnung (LSV)

C.1.1 Der Schallschutz hat bei Neubauten und bei Umbauten den anerkannten Regeln der Baukunde, insbesondere den Mindestanforderungen nach Norm SIA 181, zu entsprechen (Art. 32 Abs. 1 und Abs. 3 LSV). Die Vollzugsbehörde hat im Falle von Immissionsgrenzwert-Überschreitungen die Anforderungen an die Schalldämmung der Aussenbauteile angemessen zu verschärfen (Art. 32 Abs. 2 LSV).

C.1.2 Die Bauherrschaft muss im Baugesuch unter anderem die Bauweise von Aussen- und Trennbauteilen lärmempfindlicher Räume spezifizieren (Art. 34 LSV).

C.1.3 Nach Abschluss der Bauarbeiten hat die Vollzugsbehörde durch Stichproben zu prüfen, ob die Schallschutzmassnahmen die Anforderungen erfüllen; in Zweifelsfällen muss sie die Prüfung vornehmen (Art. 35 LSV) bzw. die Prüfung durch Messungen am Bau veranlassen.

C.1.4 Im Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) und im Verordnungsrecht sind bereits einzelne Aspekte des Schutzes vor Erschütterungen und abgestrahltem Körperschall geregelt. Um das USG umzusetzen, erarbeitet das Bundesamt für Umwelt (BAFU) parallel zur Neufassung der vorliegenden Norm eine Verordnung über den Schutz vor Erschütterungen. Angestrebt wird eine enge Abstimmung zwischen der künftigen Verordnung und der Norm SIA 181. Diese Verordnung soll nach deren Inkrafttreten die Grundlage sein für die Beurteilung von abgestrahltem Körperschall, bedingt durch gebäudeexterne Quellen und durch Industrie und Gewerbe im Gebäude. Auf diese künftige Verordnung verweist die Norm SIA 181 u.a. in den Ziffern 3.1.2.4 und 3.2.4.3.

Daneben gelten die Bestimmungen nach Ziffer 3.2.3 der Norm SIA 181 zu Geräuschen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude gegenüber anderen Nutzungseinheiten auch für Industrie und Gewerbe im selben Gebäude.

C.2 Einhaltung der Anforderungen

C.2.1 Gemäss Ziffer 2.1.3 der Norm sind die Anforderungen ohne Toleranzen einzuhalten. Ein Anforderungswert gilt als eingehalten, wenn der Messwert einer Kontrollmessung die Anforderung mindestens erreicht.

C.2.2 Dass die Anforderungen ohne Toleranzen eingehalten werden müssen, bedeutet, dass bei der Projektierung mit Rücksicht auf die möglichen Unsicherheiten bei der Bemessung und der konstruktiven Gestaltung sowie bei der Bauausführung in der Regel Zuschläge notwendig sind, welche das Risiko von Abweichungen zwischen Projektierung und Realisierung am Bau angemessen berücksichtigen (siehe Ziffer 4.1.1).

C.2.3 Risikofaktoren, die das Resultat der vorgesehenen Schallschutzmassnahmen verschlechtern können, sind beispielsweise:

- Wahl von Bauteilen, deren schallschutztechnische Eigenschaften nicht oder ungenügend bekannt sind,
- Wahl von Bauarten, die für die übliche Bauausführung zu wenig fehlertolerant sind,
- komplizierte, bezüglich Schallübertragung schwierig zu beurteilende Grundrisse oder Konstruktionen (Nebenwegübertragung),
- Mängel bei geplanter schallschutztechnischer Trennung von Bauteilen (Schallbrücken),
- Leckagen durch Ablösung von Bauteilen untereinander oder infolge von Rissbildungen,
- unzureichende Qualitätsüberwachung der Bauausführung.

Anhang D (informativ)

Planungshinweise

D.1 Grundsätze

Eine schalltechnisch sinnvolle Grundrissplanung und ein geeignetes Lüftungskonzept sind die besten Voraussetzungen, um störschallarme Aufenthaltsräume zu erhalten. Die Berücksichtigung des Schallschutzes bei der Grundrissplanung ist eine primäre Schallschutzmassnahme. Sie hat den wesentlichen Vorteil, in der Wirkung nicht oder nur in geringerem Masse von der Ausführungsqualität abhängig zu sein. Die Wirkung der übrigen Schallschutzmassnahmen hingegen wird wesentlich von der Qualität der Arbeit verschiedener beteiligter Gewerke beeinflusst und bedarf daher einer konsequenten Bauüberwachung.

D.2 Primäre Schallschutzmassnahmen

D.2.1 Unter primärem Schallschutz sind im Allgemeinen planerische Massnahmen zur Eindämmung des Schalles zu verstehen. Dies entweder durch eine geringe Schallentstehung (Wahl leiser Geräte oder Verfahren) oder durch eine möglichst grosse Dämmung bzw. Dämpfung auf dem Ausbreitungsweg.

D.2.2 Bei der Grund- und Aufrissgestaltung sind Lärm- und Ruhezone nach Möglichkeit räumlich zu trennen. Räume, von denen starke Benutzergeräusche ausgehen (Bäder, WC, Küchen), sollen möglichst nicht an Wohn- und Schlafräume benachbarter Wohnungen grenzen. Solche Räume sollen gruppiert, d.h. neben- und übereinander, und wo möglich ans Treppenhaus angrenzend angeordnet werden. Lärmerzeugende Installationen und Apparate sollen nicht an Wänden von Aufenthaltsräumen liegen, an Wohnungstrennwänden nur dann, wenn z.B. in der Nachbarwohnung Räume gleicher Nutzung angrenzen und entsprechende sekundäre Schallschutzmassnahmen vorgesehen werden.

D.2.3 Beim Aussenlärm ist die Orientierung der empfindlichen Räume in Bezug auf die Lärmquellen wichtig. Durch günstige Anordnung lässt sich eine Situation wesentlich verbessern. Natürliche Hindernisse lassen sich geschickt ausnützen, künstliche Hindernisse können speziell geschaffen werden. Wo aus wohnhygienischen Gründen vertretbar, sollen deshalb lärmempfindliche Räume bzw. deren Fenster auf der dem Lärm abgekehrten Seite des Gebäudes angeordnet werden. Insbesondere in Fluglärmgebieten sind zusätzlich zur übrigen Gebäudehülle die Dachkonstruktionen einschliesslich Durchdringungen schallschutztechnisch zu planen.

D.3 Sekundäre Schallschutzmassnahmen

D.3.1 Sekundäre Schallschutzmassnahmen sind Massnahmen, welche die Einleitung des Körperschalls in das Bauwerk auf das zulässige Mass reduzieren oder verhindern. Im Bau sind dies üblicherweise elastische Trennlagen (z.B. Wand- und Deckenlager) oder Schwingungsdämmelemente zur akustischen Entkoppelung vom Baukörper, welche für die jeweilige Problemstellung dimensioniert werden müssen. Wo sekundäre Schallschutzmassnahmen notwendig sind, sind diese vorzuplanen und der dafür erforderliche Platzbedarf vorzusehen. Betroffen sind vor allem Installationen wie Heiz-, Wasser- und Entwässerungsleitungen sowie den Baukörper berührende haustechnische Anlagen wie Lifte, Heizanlagen, Wärmepumpen, Kühlaggregate, Pumpen, Ventilatoren, Sanitär- und Kücheneinrichtungen, Wasch- und Trockenmaschinen.

D.3.2 Bemerkungen

- Die Schalldämmung von Lüftungseinrichtungen ist den Anforderungen an die betroffenen Fassaden anzupassen. Bei schallgedämmter Ausführung können mechanische Lüftungsanlagen einen erheblichen Beitrag zum Schallschutz und zum akustischen Komfort leisten.
- Um eine gut schalldämmende Gebäudehülle zu erreichen, sind Fenster mit hoher Luftdichtigkeit erforderlich. Dies führt dazu, dass bei geschlossenen Fenstern keine Frischluft nachströmen kann. Es ist gemäss Norm SIA 180 für genügend Ersatzluft zu sorgen.
- Allerdings ist beim Einbau besonders schalldämmender Fenster auch zu berücksichtigen, dass damit in der Regel der Grundgeräuschpegel im Rauminnern abgesenkt wird und in der Folge die Wahrnehmbarkeit auch leiserer Nachbarschaftsgeräusche ansteigen kann (siehe Anhang H).

D.4 Projektierung

- D.4.1 Die Anforderungen an den Schallschutz gegen Aussen- und Innenlärm sind festzulegen. Die entsprechenden Entscheidungen sind rechtzeitig zu treffen; insbesondere sind die Anforderungsstufen (Mindestanforderungen, erhöhte Anforderungen oder spezielle Anforderungen) vertraglich festzulegen (siehe Ziffer 2.2.4).
- D.4.2 Bei der Projektierung von Schallschutzmassnahmen sind insbesondere die folgenden Leistungen notwendig:
- Beschaffung der gesetzlichen Grundlagen;
 - Abklärung der zu erwartenden Lärmimmissionen (exkl. Messungen und Berechnungen);
 - Festlegen der Anforderungen an den Schallschutz aufgrund der normgemässen bzw. der gesetzlichen Vorschriften und der vorgesehenen Nutzung des Gebäudes;
 - Projektierung und Nachweis der Schallschutzmassnahmen mit hinreichenden Dimensionierungsreserven;
 - Beizug von Spezialisten, falls dies durch die spezielle Lage und Nutzung des Gebäudes oder durch besondere Anforderungen an den Schallschutz notwendig ist;
 - Berücksichtigung der Schallschutzmassnahmen bei der Ausschreibung, in den Ausführungsplänen, im Baubeschrieb und in den Werkverträgen.
- D.4.3 Im Bedarfsfall werden weitere Leistungen nötig:
- Beschaffung zusätzlicher Unterlagen bei besonderen Verhältnissen;
 - Messungen und Berechnungen der Lärmimmissionen;
 - Begleitung von bauakustischen Abnahmeprüfungen.

Anhang E (informativ)

Bauakustische Nachweise mit Berechnungsbeispielen

E.1 Allgemeines

- E.1.1 Die bauakustisch massgebenden Eigenschaften sind meist stark frequenzabhängig. Sie müssen daher in den Terzbändern separat gemessen werden.
- E.1.2 Das international normierte Frequenz-Bewertungsverfahren (entsprechende Grössen werden durch den Index «w» gekennzeichnet) gestattet eine summarische Beurteilung durch eine einzige Zahl. Die vorliegende Norm beruht auf Angaben solcher bewerteter Einzah-Grössen. In vielen Fällen empfiehlt es sich jedoch, darüber hinaus die detaillierte Frequenzabhängigkeit der massgebenden Grössen zu betrachten, da sie wertvolle Zusatzinformation enthält.
- E.1.3 Zahlreiche gemessene Bauteile sind in der Dokumentation SIA D 0189 *Bauteildokumentation – Schallschutz im Hochbau* mit Einzah-Kennwerten, Spektrum-Anpassungswerten und dem Frequenzverlauf aufgeführt.

E.2 Luftschall

E.2.1 Kenngrössen: D_{nT} , $D_{nT,w}$, R' , R'_{wr} , C , C_{tr} , ΔL_{LS}

- E.2.1.1 Der Schallschutz gegen Luftschall wird durch die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ zwischen Sende- und Empfangsraum beschrieben¹.

Die Standard-Schallpegeldifferenz D_{nT} ist wie folgt definiert (EN ISO 140-4):

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{T}{T_0} \quad (\text{dB})$$

- L_1 mittlerer Schalldruckpegel im Senderaum in dB
 L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum in dB
 T Nachhallzeit im Empfangsraum in s
 T_0 Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5$ s

Aus der Gesamtheit der D_{nT} für alle massgebenden Terzbänder werden die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ sowie die Spektrum-Anpassungswerte C und C_{tr} nach der Norm EN ISO 717-1 berechnet.

- E.2.1.2 Das Schalldämm-Mass R (Labor) und das Bau-Schalldämm-Mass R' (Bau) drücken das Verhältnis zwischen der auf das Bauteil einfallenden akustischen Leistung (W_1) zur empfangsseitig abgestrahlten Leistung (W_2) unter standardisierten Bedingungen im logarithmischen Massstab aus.

$$R' = 10 \lg \frac{W_1}{W_2} = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A} \quad (\text{dB})$$

- S Fläche des Trennbauteils in m^2
 A äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum in m^2
 A lässt sich aus der Formel nach Sabine berechnen: $A = 0,16 V/T$
 V Volumen des Empfangsraums in m^3

Zwischen R' und D_{nT} besteht folgende Beziehung:

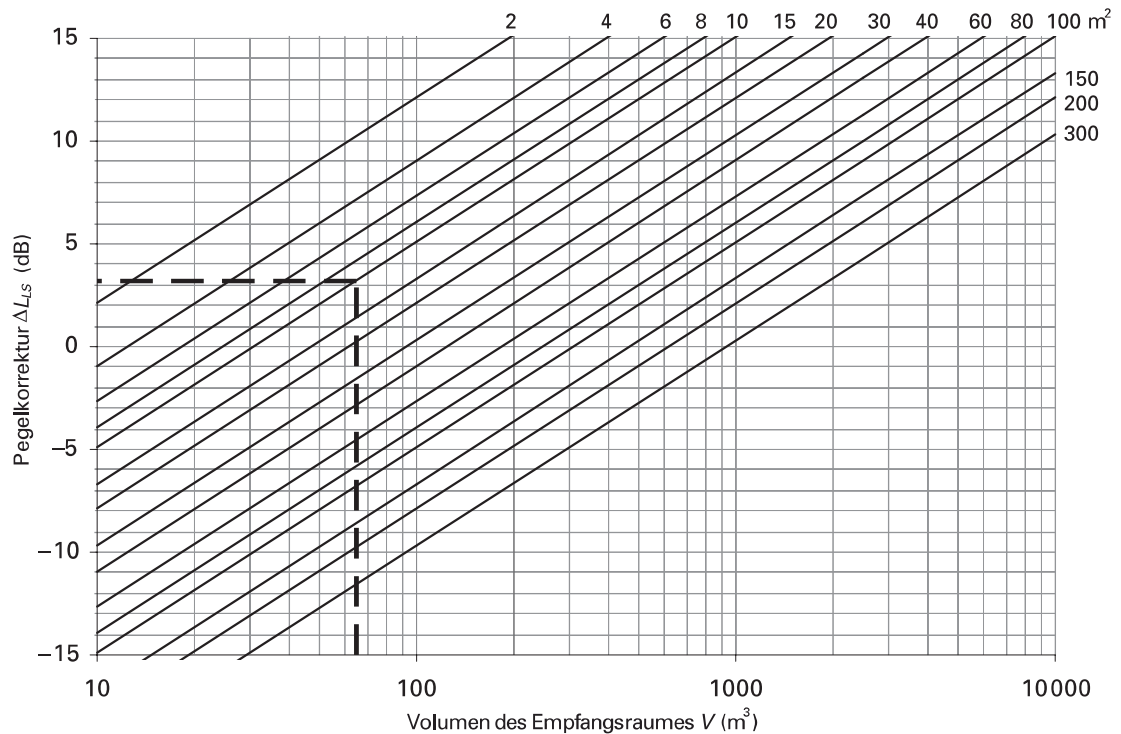
$$D_{nT} = R' + 10 \lg \left(0,16 \frac{V}{T_0 \cdot S} \right) = R' + 10 \lg \frac{V}{S} - 4,9 = R' + \Delta L_{LS} \quad (\text{dB}) \quad \text{mit } \Delta L_{LS} = 10 \lg (V/S) - 4,9 \quad (\text{dB})$$

Bei gegebenem Bau-Schalldämm-Mass R' nimmt die Schallpegeldifferenz D_{nT} mit wachsendem Volumen V des Empfangsraums zu und mit wachsender Fläche S des Trennbauteils ab.

¹ Die Normierung auf die Nachhallzeit bedeutet, dass damit eine durchschnittliche akustische Absorptionsfläche A im Empfangsraum vorausgesetzt wird. Ist die tatsächliche Absorptionsfläche kleiner, was bei sparsamer Möblierung die Regel sein dürfte, wird der Pegel im Empfangsraum höher als die normierte Schallpegeldifferenz erwarten lässt.

Das bewertete Bau-Schalldämm-Mass R'_w ist die entsprechende Einzelgröße nach ISO 717-1.
Die obige Formel gilt näherungsweise auch für Einzangaben: $D_{nT,w} \approx R'_w + \Delta L_{LS}$ (dB)

Figur 10 ΔL_{LS} in Abhängigkeit vom Raumvolumen V (m³) und der Trennbauteilfläche S (m²)



Beispiel 1 $V = 65 \text{ m}^3$ und $S = 10 \text{ m}^2 \rightarrow \Delta L_{LS} = 3,2 \text{ dB}$

Beispiel 2 $V = 600 \text{ m}^3$ und $S = 18 \text{ m}^2 \rightarrow \Delta L_{LS} = 10,3 \text{ dB}$

E.2.2 Bau-Schalldämm-Masse von Bauteilen aus Elementen unterschiedlicher Dämmung

E.2.2.1 Setzt sich ein Trennbauteil der Gesamtfläche S_{res} aus zwei Teilen mit den Flächen S_1 , S_2 und den bewerteten Bau-Schalldämm-Massen R'_{w1} , R'_{w2} zusammen, beträgt das spektral korrigierte resultierende bewertete Bau-Schalldämm-Mass des gesamten Trennbauteils:

$$(R'_w + C)_{res} = -10 \lg \left[\frac{S_1 \cdot 10^{-(R'_{w1} + C)_1/10} + S_2 \cdot 10^{-(R'_{w2} + C)_2/10}}{S_{res}} \right] \text{ (dB)}$$

E.2.2.2 Für mehr als zwei Teile wird die Beziehung erweitert zu:

$$(R'_w + C)_{res} = -10 \lg \left[\frac{\sum_j S_j \cdot 10^{-(R'_{wj} + C)_j/10}}{S_{res}} \right] \text{ (dB)}$$

E.2.2.3 Zur Berechnung des spektral korrigierten bewerteten Bau-Schalldämm-Masses des ersten Bauteils lautet die Formel:

$$(R'_w + C)_1 = -10 \lg \left[\frac{S_{res} \cdot 10^{-(R'_{w2} + C)_2/10} - S_2 \cdot 10^{-(R'_{w2} + C)_2/10}}{S_1} \right] \text{ (dB)}$$

E.2.2.4 Zur Berechnung des spektral korrigierten bewerteten Bau-Schalldämm-Masses des zweiten Bauteils gilt die Formel:

$$(R'_w + C)_2 = -10 \lg \left[\frac{S_{res} \cdot 10^{-(R'_{w1} + C)_1/10} - S_1 \cdot 10^{-(R'_{w1} + C)_1/10}}{S_2} \right] \text{ (dB)}$$

E.2.2.5 Für die Berechnung von $(R' + C_{tr})_{res}$ bzw. den entsprechenden $(R'_w + C_{tr})_1$ und $(R'_w + C_{tr})_2$ ist in den obigen Formeln jeweils C durch C_{tr} zu ersetzen.

E.2.2.6 Beispiel 3

Gegeben: Aussenwand: 17,5 cm Backstein, 10 cm aussenliegende Wärmedämmung, 2 cm Putz

$$\begin{array}{ll} R'_{w1} = 52 \text{ dB}, C = -3 \text{ dB}, C_{tr} = -7 \text{ dB} & S_1 = 10 \text{ m}^2 \\ \text{Fenster: } R'_{w2} = 36 \text{ dB}, C = -1 \text{ dB}, C_{tr} = -3 \text{ dB} & S_2 = 2 \text{ m}^2 \\ & S_{res} = 12 \text{ m}^2 \end{array}$$

Gesucht: Resultierendes spektral korrigiertes bewertetes Schalldämm-Mass $(R'_w + C_{tr})_{res}$

Lösung: Für Aussenbauteile ist der Spektrum-Anpassungswert C_{tr} zu berücksichtigen. Damit folgt:

$$(R' + C_{tr})_{res} = -10 \lg [(10 \cdot 10^{-4,5} + 2 \cdot 10^{-3,3}) / 12] = 39,6 \approx 40 \text{ dB}$$

Für Innenbauteile wäre C statt C_{tr} einzusetzen.

E.2.2.7 Beispiel 4

Gegeben: Erforderliches spektral korrigiertes bewertetes Bau-Schalldämm-Mass der Fassade:

$$\begin{array}{ll} (R'_w + C_{tr})_{res} = 38 \text{ dB} & S_{res} = 12 \text{ m}^2 \\ \text{Mauerwerk: } (R'_w + C_{tr})_1 = 52 - 7 = 45 \text{ dB} & S_1 = 10 \text{ m}^2 \\ \text{Fensterfläche:} & S_2 = 2 \text{ m}^2 \end{array}$$

Projektierungszuschlag: $K_P = 2 \text{ dB}$ (vom Planer situativ bestimmt)

Gesucht: Erforderliches spektral korrigiertes bewertetes Bau-Schalldämm-Mass des Fensters $(R'_w + C_{tr})_2$

$$\text{Lösung: } (R'_w + C_{tr})_2 = -10 \lg [(12 \cdot 10^{-3,8} - 10 \cdot 10^{-4,5}) / 2] + 2 \text{ dB} = 33,0 \approx 33 \text{ dB}$$

E.2.2.8 Beispiel 5

Gegeben: Erforderliches spektral korrigiertes bewertetes Bau-Schalldämm-Mass der Fassade:

$$\begin{array}{ll} (R'_w + C_{tr})_{res} = 43 \text{ dB} & S_{res} = 12 \text{ m}^2 \\ \text{Mauerwerk:} & S_1 = 10 \text{ m}^2 \\ \text{Fenster: } (R'_w + C_{tr})_2 = 37 \text{ dB} & S_2 = 2 \text{ m}^2 \end{array}$$

Projektierungszuschlag: $K_P = 3 \text{ dB}$ (vom Planer situativ bestimmt)

Gesucht: Erforderliches spektral korrigiertes bewertetes Bau-Schalldämm-Mass des Mauerwerks $(R'_w + C_{tr})_1$, damit kein Fenster mit einem bewerteten Bau-Schalldämm-Mass $(R'_w + C_{tr})_2 > 37 \text{ dB}$ benötigt wird.

$$\text{Lösung: } (R'_w + C_{tr})_1 = -10 \lg [(12 \cdot 10^{-4,3} - 2 \cdot 10^{-3,7}) / 10] + 3 \text{ dB} = 49,9 \approx 50 \text{ dB}$$

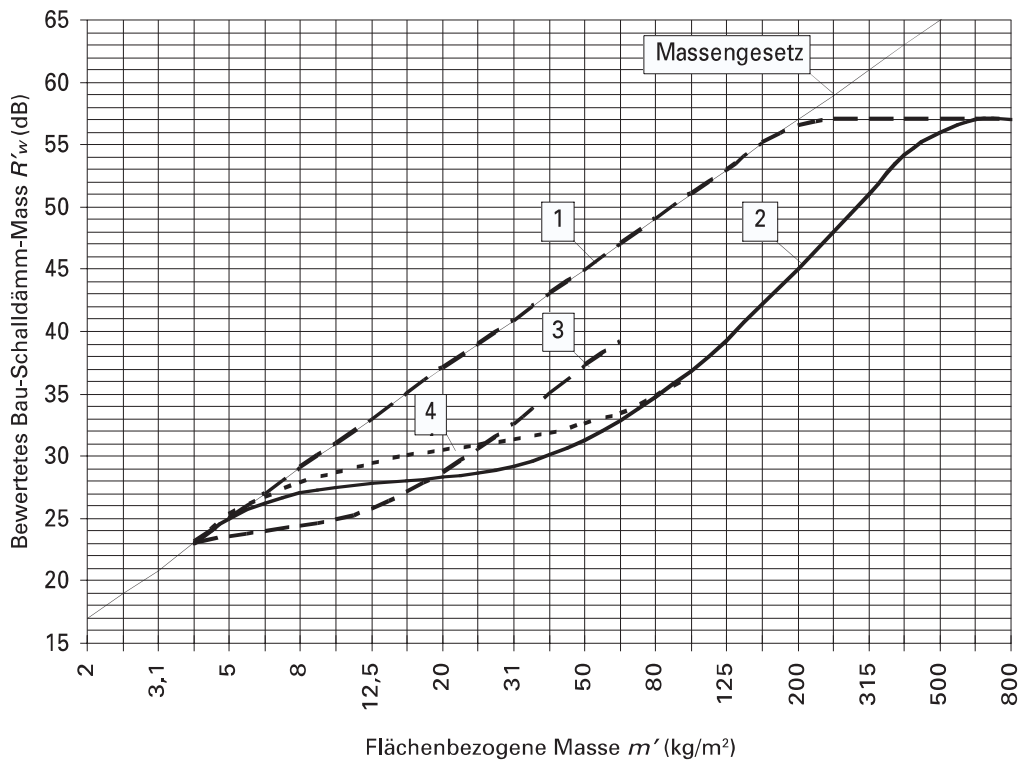
E.2.3 Hinweise zum Luftschall

E.2.3.1 In vielen Fällen wächst die Schalldämmung eines Bauteils mit der Grösse $20 \lg(f \cdot m')$ bei sonst konstanten Materialeigenschaften einschaliger Bauteile, wobei f die Frequenz (Hz) und m' die Flächenmasse (kg/m^2) bedeuten. Somit nimmt die Schalldämmung mit steigender Frequenz zu, wobei schwere Bauteile den Schall besser dämmen als leichte. Diese allgemeine Regel – das «Massengesetz der Bauakustik» – kann sich aber in einzelnen Frequenzbändern durch Spuranpassungseffekte bzw. «Dickenresonanzen» massiv verschlechtern.

E.2.3.2 Zweischalige Bauteile mit weicher Dämmschicht dämmen in der Regel bei gleicher flächenbezogener Masse besser als einschalige. Je nach Frequenz treten jedoch starke Abweichungen von dieser Regel durch Spuranpassungs- und auch Resonanzeffekte auf.

E.2.3.3 Die Schallübertragung über flankierende Bauteile führt regelmässig zu einer Reduktion der Dämmung gegenüber den Labordaten aus Prüfständen mit unterdrückter Flankenübertragung. Je besser die Schalldämmung eines Bauteils ist, desto bedeutender werden die Flankenübertragungen. Diese können normalerweise nicht oder nur ungenügend genau aus Bauteilkatalogen entnommen werden (siehe Ziffer 4.1.1).

Figur 11 Bewertetes Bau-Schalldämm-Mass R'_w einschaliger Bauteile in Funktion der flächenbezogenen Masse m'



Kurve 1: sogenanntes «Massengesetz»; gültig unterhalb der Grenzfrequenz bis $m' \approx 200 \text{ kg/m}^2$, z.B. für dünne Bleche
 $R'_w = 20 M + 11$

Kurve 2: «Gösele-Kurve», gültig für Beton, Mauerwerk und Gips bis $m' \approx 500 \text{ kg/m}^2$
 $R'_w = -15 + 118 M - 119 M^2 + 50,6 M^3 - 7,06 M^4$

Kurve 3: «Lauber-Kurve», gültig für Holz und Holzwerkstoffe bis $m' \approx 65 \text{ kg/m}^2$
 $R'_w = -2,8 + 105 M - 155 M^2 + 98,7 M^3 - 21 M^4$

Kurve 4: «Lauber-Kurve», gültig für Glasscheiben bis $m' \approx 100 \text{ kg/m}^2$
 $R'_w = 9,2 + 30 M - 6,2 M^2 - 7,6 M^3 + 3,3 M^4$

$M = \lg(m')$

m' flächenbezogene Masse in kg/m^2

Die Spektrum-Anpassungswerte sind zusätzlich zu berücksichtigen.

E.2.3.4 Beispiel 6 Luftschall von aussen, Einhaltung erhöhter Anforderungen vertraglich vereinbart

An einer stark befahrenen Strasse wird ein neues Wohnhaus geplant. Die Aussenlärm-Beurteilungspegel betragen tags $L_r = 64 \text{ dB(A)}$ und nachts $L_r = 58 \text{ dB(A)}$. Es sollen geeignete Fenster für einen ausreichenden Schallschutz bestimmt werden. Schlafzimmer mit lichten Raummassen von $5 \times 6 \times 2,5 \text{ m}$, Fensterfläche = $4,8 \text{ m}^2$, Aussenwand mit $R'_w = 52 \text{ dB}$, $C_{tr} = -3 \text{ dB}$.

1. Schritt: Festlegung der Anforderung

Nach Tabelle 1 gilt für Wohnräume (Schlafzimmer) die Lärmempfindlichkeit mittel.

Die Volumenkorrektur beträgt nach Tabelle 2: $C_V = 0$ für $V = 5 \times 6 \times 2,5 = 75 \text{ m}^3$

Für die erhöhten Anforderungen an D_e folgt nach Tabelle 3 mit Zuschlag von 3 dB für erhöhte Anforderungen:

tags: $D_e = L_r - 30 = 64 - 30 = 34 \text{ dB(A)}$

nachts: $D_e = L_r - 22 = 58 - 22 = 36 \text{ dB(A)}$

Massgebend für das Schlafzimmer ist die strengere erhöhte Anforderung nachts von $D_e = 36 \text{ dB}$.

Für externe Quellen ist nachzuweisen:

$$D_{e,d} = D_{e,tot} - K_P = D_{nT,w} + C_{tr} - C_V - K_P \geq D_e$$

2. Schritt: Festlegung der erforderlichen Schalldämmung des Fensters

Raumabschliessende Fassadenfläche: $S_{res} = 6 \times 2,5 = 15 \text{ m}^2$
Anteilige Aussenwandfläche: $S_1 = 15 - 4,8 = 10,2 \text{ m}^2$; $(R'_w + C_{tr})_1 = 52 - 3 = 49 \text{ dB}$
Anteilige Fensterfläche: $S_2 = 4,8 \text{ m}^2$

Mit einem Projektierungszuschlag von 2 dB (vom Planer gewählt) ergibt sich:

$$D_{e,d} = D_{nT,w} + C_{tr} - C_V - 2 \text{ dB} \geq 36 \text{ dB}$$
$$R'_{w,res} + \Delta L_{LS} + C_{tr} - C_V \geq 36 + 2 \text{ dB} = 38 \text{ dB}$$
$$(R'_w + C_{tr})_{res} \geq 38 \text{ dB} - \Delta L_{LS} + C_V = 38 - 2,1 = 35,9 \text{ dB}$$
$$(R'_w + C_{tr})_2 \geq -10 \lg [(15 \cdot 10^{-3,59} - 10,2 \cdot 10^{-4,9}) / 4,8] = 31,1 \approx 31 \text{ dB}$$

3. Schritt: Bestimmung des Fensterfabrikates

Zwei Fensterfabrikate stehen zur Auswahl:

1. $R_w(C, C_{tr}) = 37(-2, -7) \text{ dB}$, d.h. $R_w = 37 \text{ dB}$, $C = -2 \text{ dB}$, $C_{tr} = -7 \text{ dB} \rightarrow (R_w + C_{tr})_2 = 37 - 7 = 30 \text{ dB}$
2. $R_w(C, C_{tr}) = 37(-1, -3) \text{ dB}$, d.h. $R_w = 37 \text{ dB}$, $C = -1 \text{ dB}$, $C_{tr} = -3 \text{ dB} \rightarrow (R_w + C_{tr})_2 = 37 - 3 = 34 \text{ dB}$

Gewählt wird das Fenster 2, weil es die Anforderung erfüllt. Die Flankenübertragung wird hier mit $K_F \approx 0$ vernachlässigt.

E.2.3.5 Beispiel 7 Luftschall von innen

Eine Trennwand zwischen zwei Wohnräumen soll auf erhöhte Anforderungen bemessen werden. Das Volumen des Empfangsraums beträgt 75 m^3 , die Fläche der Trennwand $12,5 \text{ m}^2$.

1. Schritt: Festlegung der Anforderung

Nach Tabelle 1 gilt für Wohnräume die Lärmempfindlichkeit mittel

Die Volumenkorrektur beträgt nach Tabelle 2: $C_V = 0$ für $V = 75 \text{ m}^3$

Nach Tabelle 4 gilt bei Lärmbelastung mässig mit Zuschlag von 3 dB für die erhöhte Anforderung $D_i = 55 \text{ dB}$.

Für interne Quellen ist nachzuweisen:

$$D_{i,d} = D_{i,tot} - K_P = D_{nT,w} + C - C_V - K_P \geq D_i$$

2. Schritt: Festlegung der erforderlichen Schalldämmung der Trennwand

Mit einem Projektierungszuschlag von 2 dB (vom Planer gewählt) ergibt sich:

$$D_{i,d} = D_{nT,w} + C - C_V - 2 \text{ dB} \geq 55 \text{ dB}$$
$$R'_w + \Delta L_{LS} + C - C_V \geq 55 + 2 \text{ dB} = 57 \text{ dB}$$
$$(R'_w + C) = 57 \text{ dB} - \Delta L_{LS} + C_V \geq 57 - 2,9 = 54,1 \text{ dB}$$

3. Schritt: Bestimmung der Trennbauteilkonstruktion

Zwei Ausführungsvarianten stehen zur Diskussion:

1. Schalldämmendes Mauerwerk 20 cm, beidseitig verputzt:
 $R'_w = 53(-1, -5) \text{ dB}$, d.h. $R'_w = 53 \text{ dB}$, $C = -1 \text{ dB}$, $C_{tr} = -5 \text{ dB} \rightarrow (R'_w + C) = 53 - 1 = 52 \text{ dB}$
erfüllt die erhöhte Anforderung nicht
2. Mauerwerk BN 15 cm, 4 cm Mineralfaserplatte, BN 17,5 cm, verputzt:
 $R'_w = 58(-2, -5) \text{ dB}$, d.h. $R'_w = 58 \text{ dB}$, $C = -2 \text{ dB}$, $C_{tr} = -5 \text{ dB} \rightarrow (R'_w + C) = 58 - 2 = 56 \text{ dB}$

Gewählt wird Variante 2, die die oben genannte erhöhte Anforderung erfüllt.

E.2.4 Tieffrequente Geräusche

Für tieffrequente Luftschallimmissionen geringer Intensität gibt es verschiedene Mess- und Bewertungsmethoden, die je nach dem Grad der Komplexität des Problems und der gewünschten Genauigkeit benutzt werden können (z.B. Norm DIN 45680, 1997, Beiblatt 1, oder ÖNORM S 5007, 1996). Für Messungen im Bereich bis 50 Hz ist der Anhang D der Norm EN ISO 140-4 speziell zu beachten. Zur Beurteilung der Luftschalldämmung bei tiefen Frequenzen dient neben hohen bewerteten Bau-Schalldämm-Massen R'_w auch ein betragsmässig geringer Spektrum-Anpassungswert C_{tr} . Dessen Berücksichtigung wird z.B. auch bei der Planung von Trennbauteilen gegenüber Musikübungsräumen bzw. gegenüber Räumen mit vergleichbaren Nutzungen empfohlen.

E.3 Trittschall

E.3.1 Kenngrössen: L'_{nT} , $L'_{nT,w}$, L'_n , $L'_{n,w}$, C_l , ΔL_{TS} , ΔL_w

E.3.1.1 Der Schallschutz gegen Trittschall wird durch den bewerteten Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ im Empfangsraum beschrieben.

Der Standard-Trittschallpegel L'_{nT} ist wie folgt definiert (ISO 140-7):

$$L'_{nT} = L_2 - 10 \lg (T/T_0) \quad (\text{dB})$$

L_2 mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum in dB

T Nachhallzeit im Empfangsraum in s

T_0 Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5$ s

Aus der Gesamtheit der L'_{nT} für alle massgebenden Terzbänder werden der bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ sowie der Spektrum-Anpassungswert C_l nach ISO 717-2 berechnet.

E.3.1.2 Der Norm-Trittschallpegel L'_n beschreibt den Empfangsraumpegel bei Anregung mit dem Normhammerwerk, korrigiert auf die Bezugs-Schallabsorptionsfläche A_0 .

$$L'_n = L_2 + 10 \lg (A/A_0) \quad (\text{dB})$$

A äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum in m^2

A lässt sich aus der Formel nach Sabine berechnen: $A = 0,16 V/T$

A_0 Bezugs-Schallabsorptionsfläche (10 m^2)

V Volumen des Empfangsraums in m^3

Zwischen L'_{nT} und L'_n besteht folgende Beziehung:

$$L'_{nT} = L'_n - 10 \lg (V) + 10 \lg (A_0 \cdot T_0/0,16) = L'_n - 10 \lg (V) + 14,9 = L'_n + \Delta L_{TS} \quad (\text{dB})$$

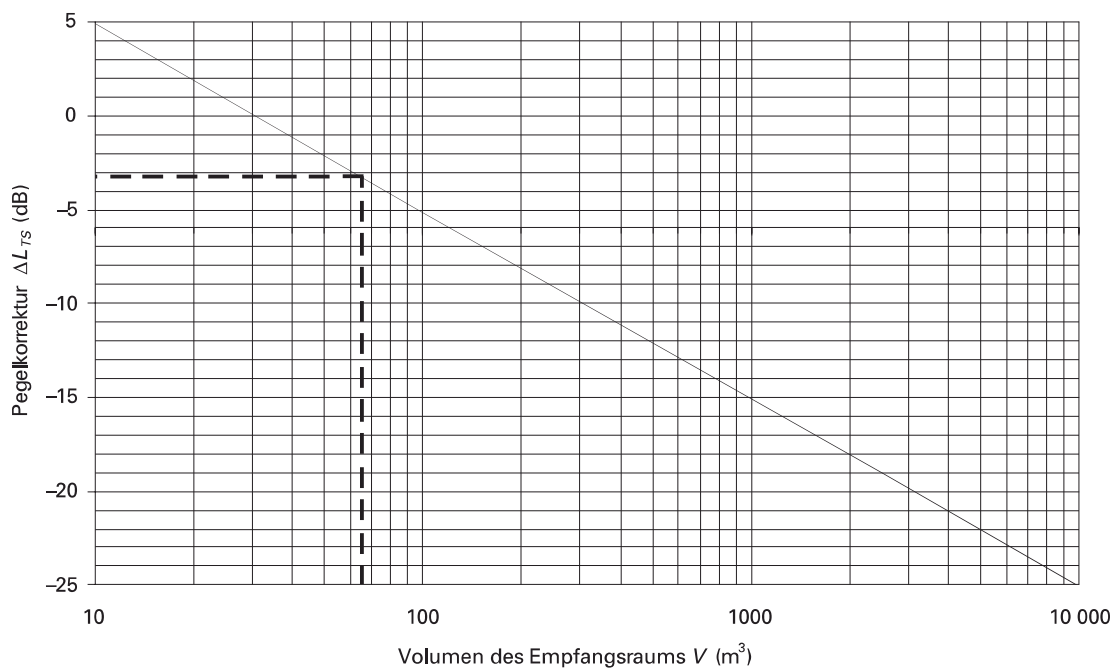
$$\text{mit } \Delta L_{TS} = 14,9 - 10 \lg (V) \quad (\text{dB})$$

Bei gegebenem bewertetem Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ nimmt der bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ mit zunehmendem Volumen V des Empfangsraums ab. Der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ ist die entsprechende Einzelgrösse nach ISO 717-2.

Die obige Formel gilt näherungsweise auch für Einzelangaben:

$$L'_{nT,w} \approx L'_{n,w} + \Delta L_{TS} \quad (\text{dB})$$

Figur 12 ΔL_{TS} in Abhängigkeit vom Raumvolumen V



Beispiel 8 $V = 65 \text{ m}^3 \rightarrow \Delta L_{LS} = -3,2 \text{ dB}$

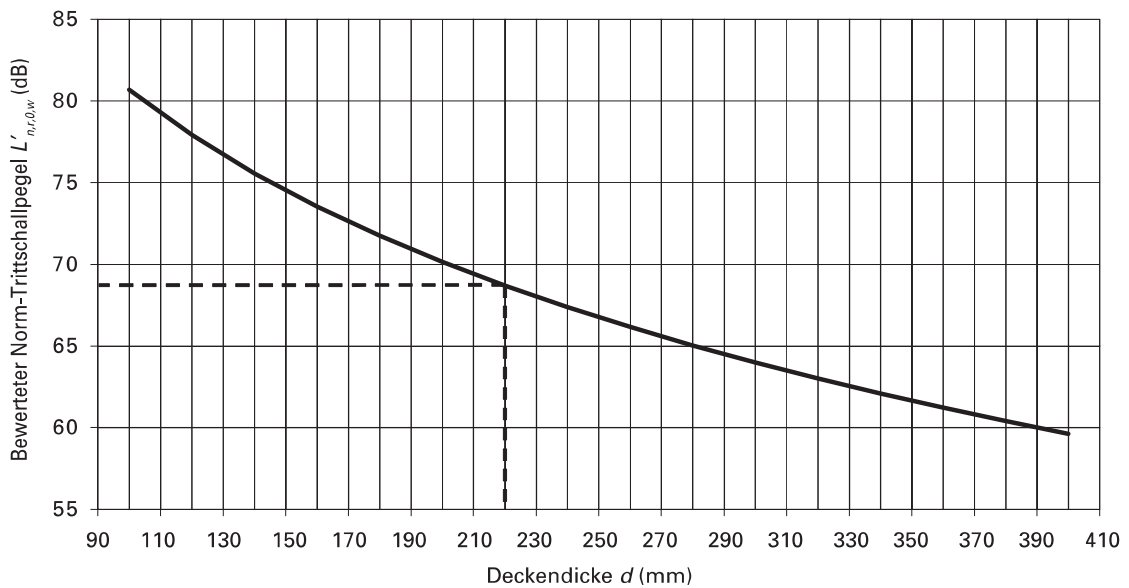
Beispiel 9 $V = 200 \text{ m}^3 \rightarrow \Delta L_{LS} = -8,1 \text{ dB}$

ΔL_w in dB ist die Differenz der bewerteten Norm-Trittschallpegel einer massiven Rohdecke mit und ohne Deckenauflage, ermittelt nach dem Verfahren gemäss ISO 717-2.

E.3.2 Hinweise zum Trittschall

- E.3.2.1 Trittschallstörungen werden am besten verhindert, indem man die Entstehung des Trittschalls unterbindet. Dies geschieht z.B. durch elastische Gehbeläge wie Teppiche oder Ähnliches. Harte Gehbeläge mindern die Trittschallübertragung in der Regel nur wenig.
- E.3.2.2 Um die Weiterleitung von Trittschall im Bauwerk zu verhindern, können ganze Bodenplatten elastisch gelagert werden (schwimmende Unterlagsböden). Wichtig ist dabei die Verwendung von Dämmmaterialien mit geringer dynamischer Steifigkeit und ausreichender Dicke sowie die Vermeidung nichtelastischer Verbindungen (Schallbrücken) sowohl in der Fläche als auch an den Rändern. Mangelnde Sorgfalt bei der Ausführung kann eine gut geplante Trittschalldämmung weitgehend unwirksam machen.
- E.3.2.3 Bei elastischer Lagerung der Bodenplatte bildet diese zusammen mit der Dämmschicht ein schwingfähiges System, dessen Resonanzfrequenz mit der Steifigkeit der elastischen Unterlage steigt und mit der Masse der Bodenplatte sinkt. Eine wirksame Trittschalldämmung beginnt erst etwa bei der 1,5-fachen Resonanzfrequenz der Bodenkonstruktion. Erforderlich ist eine genügend schwere Bodenplatte (schwimmender Unterlagsboden) auf einer genügend weichen Unterlage.
- E.3.2.4 Der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,r,0,w}$ für Stahlbeton-Rohdecken kann aus der Grafik in Figur 13 abgeschätzt werden. Leichtbaudecken können nicht nach dem beschriebenen Verfahren dimensioniert werden. Dazu müssen die Fachliteratur und Messungen konsultiert werden (siehe ISO 140-11).
- E.3.2.5 Die Schallübertragung über flankierende Bauteile führt regelmässig zu einer Reduktion der Schalldämmung gegenüber den Labordaten aus Prüfständen mit unterdrückter Flankenübertragung (siehe Ziffer 4.1.1).

Figur 13 Abschätzung bewerteter Norm-Trittschallpegel $L'_{n,r,0,w}$ für Beton-Rohdecken



Beispiel 10 Deckendicke = 220 mm, aus Figur 13 $\rightarrow L'_{n,r,0,w} \approx 69$ dB

E.3.2.6 **Beispiel 11** Trittschall

Eine Trenndecke zwischen zwei Wohnräumen soll auf die erhöhten Anforderungen bemessen werden. Die Dicke der vorgesehenen Betondecke beträgt 22 cm. Es ist ein schwimmender Unterlagsboden auf einer Trittschalldämmung geplant. Das Volumen des Empfangsraums beträgt 75 m^3 .

1. Schritt: Festlegung der Anforderung

Nach Tabelle 1 gilt für Wohnräume die Lärmempfindlichkeit mittel.

Die Volumenkorrektur beträgt nach Tabelle 2: $C_V = 0$ für $V = 75 \text{ m}^3$.

Nach Tabelle 5 gilt für die Lärmbelastung mässig mit Abzug von 3 dB die erhöhte Anforderung: $L' = 50$ dB.

Für Trittschall ist nachzuweisen:

$$L'_d = L'_{tot} + K_P = L'_{nT,w} + C_I + C_V + K_P \leq L' \text{ (dB)}$$

2. Schritt: Festlegung der erforderlichen Trittschalldämmung der Deckenkonstruktion

Mit einem Projektierungszuschlag von 2 dB (vom Planer gewählt) ergibt sich:

$$L'_d = L'_{nT,w} + C_I + C_V + 2 \text{ dB} \leq 50 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} + \Delta L_{TS} + C_I + C_V \leq 50 - 2 \text{ dB} = 48 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w} + C_I \leq 48 \text{ dB} - \Delta L_{TS} - C_V = 48 + 3,9 \text{ dB} = 51,9 \text{ dB} \approx 52 \text{ dB}$$

Der Spektrum-Anpassungswert C_I beträgt bei schwimmenden Unterlagsböden erfahrungsgemäss ca. 0 bis +2 dB. Der erforderliche bewertete Norm-Trittschallpegel der Deckenkonstruktion beträgt somit

$$L'_{n,w} = \text{ca. } 52 \text{ dB} - 2 \text{ dB} \approx 50 \text{ dB}$$

3. Schritt: Bestimmung der erforderlichen Trittschallminderung (Trittschall-Verbesserungsmass) ΔL_w (unter Vernachlässigung der Spektrum-Anpassungswerte)

Der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,r,0,w}$ einer 22 cm dicken Betonrohdecke beträgt nach Figur 13 ca. 69 dB.

Die nötige Trittschallminderung beträgt somit

$$\Delta L_w = L'_{n,r,0,w} - L'_{n,w \text{ er}} = 69 - 50 = 19 \text{ dB.}$$

Dieser Wert wird von marktüblichen schwimmenden Unterlagsböden bei fachgerechter Ausführung in der Regel übertroffen.

E.3.3 **Tieffrequente Trittschallimmissionen**

Leichte Bauteile, wie sie beispielsweise in Holz- bzw. Leichtbauten, aber auch bei dünnen schwimmenden Unterlagsböden üblich sind, führen insbesondere beim Trittschall zu Problemen in den tiefen Frequenzen. Diese werden mit dem üblichen Verfahren gemäss den Normen EN ISO 140-7 und EN ISO 717-2 nur ungenügend erfasst. Wo solche Probleme auftreten können, empfiehlt sich eine Beurteilung nach einer alternativen Methode, z.B. nach ISO 717-2, Anhang A. Danach kann eine Bewertung bis 50 Hz auch mit Berücksichtigung eines Spektrum-Anpassungswerts $C_{l, 50-2500}$ erfolgen. Für Messungen im Bereich bis 50 Hz ist der Anhang C von ISO 140-7 speziell zu beachten.

E.4 **Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude**

E.4.1 Haustechnische Anlagen erzeugen Körperschall, der sich im Gebäude ausbreitet und als Luftschall abgestrahlt wird. Solche Störungen werden vermieden, indem Trägheitskräfte durch konstruktive Vorkehrungen klein gehalten und Übertragungen von Schwingungen durch elastische Lagerung (akustische Entkoppelung der haustechnischen Anlage vom übrigen Baukörper) eingeschränkt werden. Es kommen die gleichen Prinzipien zur Anwendung wie beim Trittschall. Besondere Beachtung ist den Resonanzerscheinungen zu widmen.

E.4.2 Typische Quellen haustechnischer Geräusche sind sanitäre Installationen (Frishwasser, Abwasser, Hantieren an Waschtischen), Kucheneinrichtungen (Türen und Schubladen in Küchenmöbeln, Hantieren auf Arbeitsflächen, Küchenmaschinen), Heizungen, Liftanlagen, Ventilatoren, elektrische Leistungsschalter und Transformatoren.

E.4.3 Bei der Bewertung von Geräuschen haustechnischer Anlagen werden sowohl absorbierende Raumausstattung als auch Ton- bzw. Impulshaltigkeit über Korrekturwerte berücksichtigt. Damit werden u.a. auch speziell tieffrequente Dauergeräusche pauschal bewertet. Entsprechende Kenntnisse über die Art der Geräuschemissionen werden also bereits im Projektierungsstadium benötigt.

E.4.4 Für tieffrequente Geräusche geringer Intensität gibt es verschiedene Mess- und Bewertungsmethoden, die je nach dem Grad der Komplexität des Problems und der gewünschten Genauigkeit benutzt werden können ¹. Spezielle Festlegungen gelten für den Schallschutz in der Nacht gegenüber Lokalen mit Musik und Produktionsbetrieben mit tieffrequenten Emissionen nach Anhang A.

E.5 **Abgestrahlter Körperschall**

Verschiedene technische Anlagen erzeugen Körperschall, der in weiter entfernten Räumen des gleichen Gebäudes oder in benachbarten Bauten als belästigender Luftschall wahrgenommen wird.

Die Übertragungsmechanismen der Körperschall-Schwingungen bewirken ein starkes Überwiegen tieffrequenter Schallabstrahlung. Zur Vermeidung von Störungen müssen daher auch mögliche Resonanzerscheinungen berücksichtigt werden. Bei der Planung von Neubauten in Gebieten mit bereits vorhandenen Körperschallquellen ist der Beizug von erfahrenen Spezialisten unerlässlich.

¹ Siehe dazu z.B. Norm DIN 45680, 1997, Beiblatt 1, oder ÖNORM S 5007, 1996, mit einem Verfahren, bei welchem der L_{Aeq} dB(A) und der L_{Ceq} dB(C) eines Geräusches gemessen werden; beträgt die Differenz zwischen dem L_{Aeq} dB(A) und dem L_{Ceq} dB(C) hiernach mehr als 5 dB, ist dies ein Hinweis auf das Vorhandensein relevanter tieffrequenter Geräuschanteile.

Anhang F (informativ)

Berechnung der bauakustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Eigenschaften der Teile

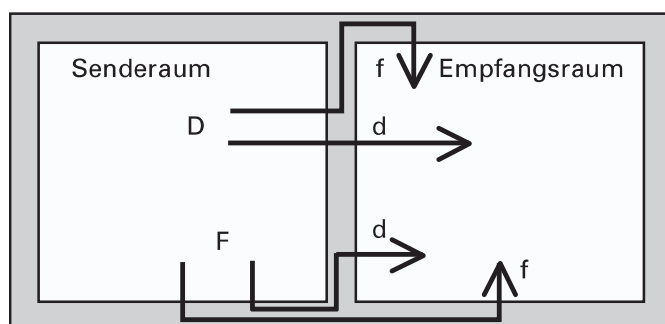
F.1 Orientierung

- F.1.1 Das technische Komitee TC 126 der europäischen Normenorganisation CEN hat sich mehrere Jahre mit der Entwicklung einer Methode befasst, welche die Berechnung des Schallschutzes in einem Gebäude gestattet, wenn die akustischen Eigenschaften der Teile bekannt sind, beispielsweise aus einem Bauteilkatalog. Diese Methode ist seit 1999 als Norm EN 12354 gültig. Sie beruht auf der «Statistischen Energie-Analyse» SEA und berechnet die Schallenergieflüsse in einem Bau, in dem neben den Schalldämm-Massen R der Bauteile auch deren innere Verluste und die Verluste an den Stossstellen bekannt sind. Die inneren Verluste lassen sich aus der Struktur-Nachhallzeit bestimmen, die Stossstellen-Dämpfung aus der Messung der Schnellepegel-Differenzen.
- F.1.2 In die Berechnung werden neben dem direkten Schallweg durch den Trennbauteil 12 Nebenwege über die flankierenden Bauteile einbezogen.
- F.1.3 Die Methode verspricht zuverlässige Resultate, wenn alle Eigenschaften mit genügender Genauigkeit bekannt sind. Hier besteht jedoch einstweilen noch eine grosse Wissenslücke, da verschiedene der benötigten Kennwerte zu akustischen Eigenschaften diverser Bauteile noch nicht ermittelt sind. Es wird also längere Zeit dauern, bis diese Kennwerte bekannt sind; vorläufig ist mit Näherungen zu rechnen. Dazu kommt, dass in der Praxis der berechnete Wert oft nicht erreicht wird, weil die Ausführungsqualität nicht genügt.

F.2 Die Grundlagen und Ideen der Normenreihe EN 12354

- F.2.1 Im allgemeinen Fall liegen z.B. für eine Trennwand je zwei Wand-Wand-Anschlüsse und zwei Wand-Decken-Anschlüsse (Knoten) mit jeweils drei Flankenwegen vor. Damit ergeben sich für die gesamte Schallübertragung $(2+2) \times 3 = 12$ Flankenweganteile (F_d , D_f oder F_f) sowie 1 Direktweganteil (D_d) und damit total 13 Schallweganteile.

Figur 14 Direkter Schallweg D_d und verschiedene Flankenwege F_d , D_f und F_f

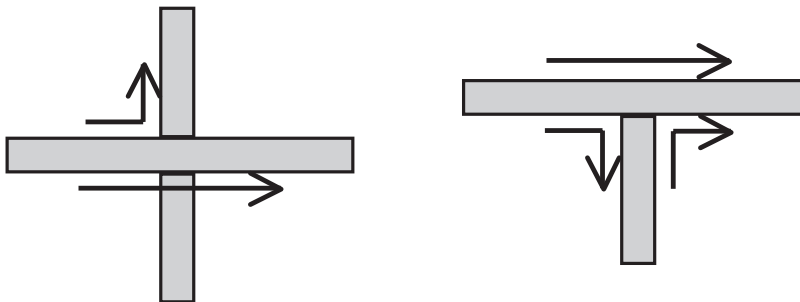


- F.2.2 Im Sonderfall der akustischen Entkoppelung der Trennwand von Decken und Flankenwänden (z.B. bei leichter Trennwand mit massiven Flankenwänden und Decken) entfallen die Schallübertragungen über die Flankenwege F_d und D_f . Mit dieser Vereinfachung ergeben sich 4 Flankenweganteile (F_f) und 1 Direktweganteil (D_d), total 5 Schallweganteile.
- F.2.3 Die Schallenergien auf dem direkten und den verschiedenen indirekten Schallwegen werden addiert. Dazu wird jeder Schallweg durch ein Schalldämm-Mass R charakterisiert.
- F.2.4 Das Schalldämm-Mass R_{Dd} wird aus Messungen im nebenwegfreien Prüfstand gewonnen. Fehlen solche, steht eine Näherungsformel zur Verfügung.

- F.2.5 Die Flankendämm-Masse R_{Fd} , R_{Df} und R_{Ff} setzen sich aus drei Anteilen zusammen:
- dem arithmetischen Mittelwert der gewöhnlichen Schalldämm-Masse der beiden beteiligten Bauteile, allenfalls ergänzt durch Verbesserungsmasse für Vorsatzschalen;
 - dem Stossstellen-Dämm-Mass K_{ij} für die beiden Bauteile;
 - einem Korrekturterm, der die Fläche des Trennbauteils dividiert durch die gemeinsame Länge der Berührungskante in der Stossstelle enthält.

- F.2.6 Die Grösse K_{ij} ist wiederum aus verschiedenen Beiträgen zusammengesetzt. Sie berücksichtigt die Verluste in der Stossstelle in Form empirischer Werte, welche von der Topologie der Bauteilverbindung abhängen. Man unterscheidet Stossstellen vom Kreuztyp, T-Typ und L-Typ, wobei Kreuz- und T-Typ gerade oder im Winkel durchlaufen werden können (Figur 15). Die Verluste in der Stossstelle werden jedoch auch durch die innere Dämpfung des Bauteilmaterials mitbestimmt, welche sich in der «Struktur-Nachhallzeit» ausdrückt.

Figur 15 Das Stossstellen-Dämm-Mass K_{ij} hängt von der Konfiguration der Bauteile und dem Typus des Schallwegs ab: Kreuz- und T-Übergang, mit unterschiedlichen Wegen



- F.2.7 Messtechnisch lassen sich die Grössen K_{ij} aus dem Verhältnis der Schwinggeschwindigkeiten diesseits und jenseits der Stossstelle und aus der Körperschallnachhallzeit ermitteln. Auf Grund dieser Angaben lässt sich der Energiefluss für den direkten Schallweg durch den Bauteil und die wichtigsten Nebenwege getrennt berechnen. Aus ihrer Summe folgt die gesamte übertragene Schallleistung. Darüber hinaus lässt sich aber auch die Bedeutung der Nebenwege erkennen und damit die beste Strategie zur Verbesserung ermitteln, falls eine gewählte Konstruktion die Anforderungen noch nicht erfüllt.

- F.2.8 Die Berechnungsbeispiele zu massiven Wand-Decken-Konstruktionen in der Norm EN 12354-1, Anhang H, zeigen, dass durch die Flankenübertragung die Schalldämmung um bis zu ca. 5 dB vermindert werden kann. Weitere Details sind den angeführten Normen und der dort angeführten Literatur zu entnehmen.

Anhang G (informativ)

Empfehlungen zum Schallschutz innerhalb von Nutzungseinheiten

G.1 Luft- und Trittschallschutz

Die Norm SIA 181 regelt den Schallschutz zwischen verschiedenen Nutzungseinheiten. Als Hilfe für die Planer und als Grundlage für entsprechende vertragliche Vereinbarungen enthält die nachfolgende Tabelle Empfehlungen für den Schallschutz zwischen Räumen innerhalb einer Nutzungseinheit. Dazu sollten die bauakustischen Anforderungen an Türen, ausgenommen Wohnungs- und Hauseingangstüren, über deren bewertete Schalldämm-Masse R_w aus Eignungstests im Labor festgelegt werden. Die Gebäudehülle inklusive Fenster ist nach Ziffer 3.1.1 der Norm für Luftschall externer Quellen zu beurteilen.

In den Tabellen 15 und 16 erfolgt die Zuordnung der Anforderungen zur Raumnutzung zu den Schallarten und den Komfortstufen (Stufe 1 mit niedrigeren und Stufe 2 mit höheren Anforderungen).

Tabelle 15 Empfehlungen für Trennbauteile innerhalb einer Nutzungseinheit D_i bzw. L' in dB

Nutzung	Raum 1 ¹	Raum 2 ¹	Empfehlung Luftschall		Empfehlung Trittschall	
			Stufe 1	Stufe 2	Stufe 1	Stufe 2
Wohnen	Schlafen	Schlafen	40	45	55	50
	Schlafen	Wohnen	40	45	55	50
	Schlafen	Nasszelle	40	45	55	50
	Schlafen	Arbeiten	40	45	55	50
Büro	Büro	Büro	35	40	60	55
	Büro	Sitzung	40	45	60	55
	Büro	Direktion	45	50	60	55
	Korridor	Büro	30	35	60	55
	Sitzung	Direktion	45	50	60	55
	Korridor	Direktion	35	40	60	55
	Sitzung	Sitzung	40	45	60	55
	Korridor	Sitzung	30	35	60	55
Schule	Klasse	Klasse	45	50	60	55
	Korridor	Klasse	35	40	60	55
	Musikzimmer	Klasse	55	60	50	45
	Musikzimmer	Musikzimmer	55	60	50	45
	Werken	Klasse	50	55	50	45
	Werken	Werken	45	50	50	45
Hotel	Zimmer	Zimmer	50	55	55	50
	Korridor	Zimmer	40	45	55	50
	Zimmer	Betrieb	55	60	50	45
Altersheim, Spital	Zimmer	Zimmer	50	55	55	50
	Korridor	Zimmer	30	35	55	50
Räume für Sozial- kontakte ²	Zimmer	Zimmer	50	55	55	50
	Zimmer	Korridor	35	40	55	50

¹ Empfehlungen für Räume ohne Einfluss der Türen und offener Treppen (Messung mit Vorsatzschalen).

² Räume, zwischen denen keine Sprachverständlichkeit gegeben sein darf (z.B. Praxis, Sozialamt).

G.2 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

Durch Dauergeräusche haustechnischer Anlagen innerhalb einer Nutzungseinheit sollten die Pegel $L_{H,tot}$ gemäss Tabelle 16 nicht überschritten werden.

Tabelle 16 Empfehlungen für L_H in dB(A) innerhalb einer Nutzungseinheit

Nutzung	Dauergeräusche	
	Empfehlung Stufe 1	Empfehlung Stufe 2
Schlaf- und Kinderzimmer	30	25
Wohnen, Büro, Arbeitszimmer, Altersheim, Spital, Hotel	35	30

Anhang H (informativ)

Subjektive Empfindung des Schallschutzes in Abhängigkeit vom Grundgeräusch

Bei der Festlegung des Schallschutzes können auch subjektive Beurteilungskriterien von Bedeutung sein, wie sie in den Tabellen 17 und 18 aufgeführt sind. Als Grundgeräusch wird der Schalldruckpegel im eigenen Raum (Empfangsraum) definiert.

Tabelle 17 Subjektive Empfindung des Luftschallschutzes zwischen Räumen in Abhängigkeit vom Grundgeräusch

Spektral- und volumenkorrigierte bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{i,tot}$ in dB		Sprachverständlichkeit von normaler Unterhaltungssprache
Grundgeräusch 20 dB(A)	Grundgeräusch 30 dB(A)	
65	55	kaum hörbar
55	45	hörbar, jedoch nicht zu verstehen
50	40	teilweise zu verstehen
40	30	gut zu verstehen

Tabelle 17 zeigt deutlich, dass die Beurteilung der Qualität des Luftschallschutzes in hohem Masse vom vorhandenen Grundgeräusch abhängt. In einer ruhigen Umgebung sollte daher der Schallschutz zwischen Räumen besonders gut sein.

Tabelle 18 Subjektive Empfindung des Trittschallschutzes zwischen Räumen

Spektral- und volumenkorrigierter bewerteter Standard-Trittschallpegel L'_{tot} in dB		Normales Gehen mit Strassen- oder Hausschuhen	Rennen von Kindern, Barfussgehen	Möbelrücken, mehrere tobende Kinder
Grundgeräusch 20 dB(A)	Grundgeräusch 30 dB(A)			
60	70	gut hörbar	sehr gut hörbar	äusserst gut hörbar
55	65	hörbar	gut hörbar	äusserst gut hörbar
50	60	schwach hörbar	hörbar	sehr gut hörbar
45	55	unhörbar	schwach hörbar	gut hörbar
40	50	unhörbar	unhörbar	hörbar
35	45	unhörbar	unhörbar	schwach hörbar

Im Zusammenhang mit der subjektiven Empfindung des Trittschallschutzes nach Tabelle 18 ist neben der Art des Bodenbelages auch die Art des Begehens bzw. des Schuhwerkes von Bedeutung. Diesbezüglich negative Auswirkungen zeigen sich öfters bei harten Gehbelägen.

Innerhalb einer Nutzungseinheit kann es beim Begehen harter Bodenbeläge zu unangenehmen Dröhneffekten kommen. Die genannten Effekte treten infolge Eigenschwingungen der beteiligten Konstruktionselemente auf. Die zugehörige Geräuschart wird als Geh- oder Raumschall bezeichnet.

Anhang J (informativ)

Aufgaben der Vertragspartner

J.1 Grundsatz

J.1.1 Die Aufgaben der Vertragspartner sind vertraglich zu regeln.

J.2 Aufgaben der Beteiligten bei der Ausführung

J.2.1 Der Bauherr bzw. die von ihm beauftragten Fachleute sind verantwortlich für:

- Kontrolle der gelieferten Materialien;
- Überwachung der Bauausführung auf Grund der in den Plänen, im Baubeschrieb und in den Werkverträgen festgehaltenen Schallschutzmassnahmen;
- Abnahme;
- Beizug von Spezialisten, falls Kontrolle, Überwachung und Abnahme der Schallschutzmassnahmen spezielle Kenntnisse oder Massnahmen erfordern.

J.2.2 Der Unternehmer sorgt für die fachgerechte Ausführung der in den Werkverträgen festgehaltenen Schallschutzmassnahmen, insbesondere durch

- Einsatz bauakustisch informierten Personals;
- Instruktion des Personals über die massgebenden Anforderungen;
- Berücksichtigung der schallschutztechnischen Anforderungen bei der Bauausführung, so dass unplanmässige Übertragungen von Körperschall (Schallbrücken) und Luftschall (Leckagen) vermieden werden;
- rechtzeitige Orientierung des Bauherrn, wenn die Ausführung der vereinbarten Schallschutzmassnahmen durch Massnahmen Dritter in Frage gestellt ist und die Einhaltung der Anforderungen nicht sichergestellt werden kann;
- Aufforderung an den Bauherrn zu Zwischenabnahmen für bauakustisch relevante Teilleistungen.

Abkürzungen der in der Kommission SIA 181 vertretenen Organisationen

BAFU	Bundesamt für Umwelt (seit 1.1.2006)
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (bis 31.12.2005)
EMPA	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
SGA	Schweizerische Gesellschaft für Akustik
Suva	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt

Kommission SIA 181

Präsident	Frieder Emrich, Dipl.-Ing., Dübendorf	EMPA
Mitglieder	Prof. Robert Beffa, arch. dipl. EAUG, Genf Markus Bichsel, dipl. Ing. FH, Bern Dr. sc. Victor Desarnaulds, dipl. phys. EPFL, Lausanne Dr. Sandro Ferrari, Bern Hannes Gubler, dipl. Ing. ETH, Zollikon Hans Huber, dipl. phil. II, Zürich Dr. phil. nat. Walter Krebs, dipl. Phys., Dübendorf Fredi Leuthardt, dipl. Ing. FH, Brüttisellen Walter Lips, dipl. Ing. FH, Luzern	Ingenieurschule Projektierung, Beratung SGA BAFU SIA Behörde EMPA Projektierung, Beratung Suva
Experte	Dr. sc. nat. Tommaso Meloni, Bern	BAFU
ehemalige Mitglieder	Dr. Robert Hofmann, EMPA, Kommissionspräsident Charles Brulhart, BUWAL Dr. Denis Geinoz, Projektierung, Beratung Hans-Jörg Grolimund, Projektierung, Beratung Georg Stupp, EMPA	bis 2001 bis 2004 bis 2002 bis 2001 bis 2001

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen und Ordnungen des SIA hat die vorliegende Norm SIA 181 am 30. Mai 2005 genehmigt.

Sie ist gültig ab 1. Juni 2006.

Sie ersetzt die Norm SIA 181 vom 1. Oktober 1988.

Copyright © 2006 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie, CD-ROM usw.), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung, sind vorbehalten.