

Wolfgang Fasold und Eva Veres

Schallschutz und Raumakustik in der Praxis

Planungsbeispiele und konstruktive Lösungen



Verlag für Bauwesen · Berlin

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	13
2	Physikalische Grundlagen und Definitionen	15
2.1	Schallschwingungen	15
2.1.1	Schallschnelle und Schallgeschwindigkeit	15
2.1.2	Frequenz und Wellenlänge	15
2.1.3	Schalldruck und Schalldruckpegel	20
2.2.	Schallquellen	22
2.2.1	Schalleistung, Schalleistungspegel und Schallabstrahlung	22
2.2.2	Frequenz- und Zeitverläufe	26
2.2.3	Richtcharakteristik	29
2.2.4	Geräuschemissionsmessung	32
2.3	Schallausbreitung im Freien	33
2.3.1	Freies Schallfeld	33
2.3.2	Lärmimmissionsschutz	35
2.3.2.1	Immissionsgleichung	35
2.3.2.2	Emissionsgrößen und ungestörte Schallausbreitung	36
2.3.2.3	Einwirkungen auf die Schallausbreitung	38
3	Schallempfindung und Schallwirkung	47
3.1	Lautstärke	47
3.1.1	Frequenzabhängigkeit (Tonhöhenempfindung)	47
3.1.2	Zeiteinflüsse	51
3.1.2.1	Kurzzeiteinwirkungen (Impulse, Reflexionen)	52
3.1.2.2	Langzeitschwankungen (Mittelung)	53
3.1.3	Richtungswahrnehmung	55
3.2	Lärm	56
3.2.1	Auswirkungen von Lärmeinflüssen	56
3.2.2	Lärmschwerhörigkeit und Grenzwerte für den Arbeitsplatz	57
3.2.3	Lästigkeit von Lärm und Grenzwerte für den Immissionsschutz	58
3.2.4	Geräuschemissionsmessung	64
4	Schallausbreitung in Räumen	65
4.1	Schallabsorption und -reflexion	65
4.1.1	Schallabsorptionsgrad und äquivalente Schallabsorptionsfläche	65

4.1.2	Technische Schallabsorber	69
4.1.2.1	Poröse Schallabsorber	70
4.1.2.2	Plattenschwinger und Lochplattenschwinger	83
4.1.2.3	Helmholtzresonatoren	87
4.1.2.4	Kombinierte und alternative Schallabsorber	95
4.1.3	Unvermeidbare Schallabsorption in Räumen	98
4.1.3.1	Schallabsorption durch Publikum und Gestühl	98
4.1.3.2	Schallabsorption durch Raumbegrenzungsflächen	100
4.1.3.3	Schallabsorption durch Luft	102
4.1.4	Messung von Schallabsorptionseigenschaften	102
4.1.5	Reflexionswirkung von Flächen	104
4.1.5.1	Geometrisch gerichtete Reflexionen	105
4.1.5.2	Diffuse Reflexionen	111
4.2	Lärmschutzgerechte Planung von Räumen	115
4.2.1	Anforderungen und Prinzipien	116
4.2.2	Schalldruckpegelverteilung in annähernd kubischen Räumen	117
4.2.3	Schalldruckpegelverteilung in nicht kubischen Räumen	122
4.2.4	Schallabstrahlung aus einem Raum nach außen.	128
4.2.5	Bauliche Maßnahmen zur Lärminderung in Räumen.	130
4.3	Raumakustische Planung	133
4.3.1	Raumakustischer Planungsprozess	133
4.3.2	Raumakustische Kriterien	135
4.3.2.1	Übersicht	135
4.3.2.2	Nachhallzeit	136
4.3.2.3	Berechnung der Nachhallzeit und erforderlicher Absorptionsmaßnahmen	142
4.3.2.4	Energiekriterien	149
4.3.2.5	Messung raumakustischer Kriterien.	153
4.3.3	Planungsziele und -methoden	155
4.3.3.1	Zielstellung	155
4.3.3.2	Sitzreihenüberhöhung und Podiumsgestaltung	156
4.3.3.3	Anfangsreflexionen in kleinen Zuhörerräumen	157
4.3.3.4	Saalgrundriß und Schallquellenstandort	160
4.3.3.5	Wand- und Deckenformen, Ränge, Balkone und Galerien	166
4.3.3.6	Modellmeßverfahren und Computersimulationsmethoden	173
4.4	Ausführungsbeispiele für Räume verschiedener raumakustischer Funktionen	177
4.4.1	Kleine Räume für Sprache (Klassenzimmer, Seminarräume, Besprechungszimmer)	177
4.4.2	Aufnahmestudios für Sprache	178
4.4.3	Kleine Räume für Musik (Musikunterrichtsräume, Übungs- und Probenräume)	179
4.4.4	Aufnahme- und Abhörstudios für Musik	182
4.4.5	Große Räume für Sprache (Hörsäle, Kongreßräume, Plenarsäle)	183
4.4.6	Sprechtheater	188
4.4.7	Musiktheater (Opernhäuser)	191
4.4.8	Konzertsäle für sinfonische Konzerte	197
4.4.9	Kammermusiksäle	206
4.4.10	Kirchen	208
4.4.11	Mehrzwecksäle (Stadttheater, Stadthallen)	211

4.4.12	Sport- und Schwimmhallen	216
4.4.13	Kinotheater	216
4.4.14	Freilichtbühnen	217
5	Schallschutz im Hochbau	220
5.1	Grundlagen der Schalldämmung von Bauteilen	220
5.1.1	Luftschalldämmung	220
5.1.1.1	Größen	220
5.1.1.2	Bewertungsverfahren	225
5.1.1.3	Einfluß verschiedener Übertragungswege.	230
5.1.1.4	Meßverfahren	237
5.1.2	Trittschalldämmung	242
5.1.2.1	Größen	242
5.1.2.2	Bewertungsverfahren	244
5.1.2.3	Einfluß verschiedener Übertragungswege.	247
5.1.2.4	Meßverfahren	247
5.1.3	Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung.	249
5.1.3.1	Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich	249
5.1.3.2	Geräusche von haustechnischen Anlagen und Betrieben.	254
5.1.3.3	Schallübertragung von und nach außen	255
5.2	Konstruktive Lösungen für den baulichen Schallschutz	256
5.2.1	Wandkonstruktionen als Innen- und Außenbauteile.	257
5.2.1.1	Luftschalldämmung einschaliger Bauteile	257
5.2.1.2	Schwere und leichte einschalige Wände	263
5.2.1.3	Luftschalldämmung mehrschaliger Bauteile.	270
5.2.1.4	Zweischalige Wände aus biegesteifen Schalen.	272
5.2.1.5	Zweischalige Wände aus einer biegesteifen und einer biegeweichen Schale (Wände mit Vorsatzschalen)	275
5.2.1.6	Zweischalige Wände aus biegeweichen Schalen	278
5.2.2	Fenster.	281
5.2.2.1	Einfach- und Verbundsicherheitsverglasungen	283
5.2.2.2	Doppel- und Dreifachverglasungen ohne und mit Gasfüllung	283
5.2.2.3	Verglasungen aus mehreren Einzelscheiben	288
5.2.2.4	Einfluß des Rahmens, der Beschläge und von Sprossen.	290
5.2.2.5	Fugendichtungen	291
5.2.2.6	Lüftungseinrichtungen und Rolladenkästen	293
5.2.3	Türen	295
5.2.3.1	Türblätter.	295
5.2.3.2	Fugendichtungen und gebrauchsfertige Türen	297
5.2.4	Decken	299
5.2.4.1	Massiv-Rohdecken (Stahlbetonplattendecken, Hohlkörperdecken).	300
5.2.4.2	Massiv-Rohdecken mit Unterdecken.	303
5.2.4.3	Gebrauchsfertige Massivdecken (Rohdecken mit Deckenauflagen)	305
5.2.4.4	Holzbalkendecken	314
5.2.4.5	Deckenauflagen für Holzbalkendecken.	318
5.2.4.6	Durchgehende abgehängte Unterdecken	320
5.2.4.7	Durchgehende Doppel- und Hohlraumböden	323
5.2.4.8	Treppen	325
5.2.4.9	Böden von Loggien und Balkonen, Dachkonstruktionen	326

5.3	Schallschutz für haustechnische Anlagen	328
5.3.1	Installationsgeräusche	328
5.3.1.1	Armaturengeräusche und ihre Messung im Laboratorium	328
5.3.1.2	Installationsgeräusche und ihre Messung am Bau	330
5.3.1.3	Körperschallverhalten von Armaturen und Sanitäröbjekten	332
5.3.1.4	Schutz vor Installationsgeräuschen	334
5.3.2	Aufzugsgeräusche	340
6	Formelzeichen	344
7	Literaturverzeichnis	351
8	Normen und Richtlinien	363
9	Sachwörterverzeichnis	370