

Lärmmeßpraxis am Arbeitsplatz und in der Nachbarschaft

Einführung in Schallphysik, Schallmeßtechnik und Schallschutz

Ing. grad. Jörg Neumann

Unter Mitarbeit von

Dipl.-Phys. K. Ebert

Dipl.-Ing. J. Gabelmann

Dr. A. Heiß

Dipl.-Ing. (FH) W. Loos

Dr.-Ing. Heinz Wallerus

6., völlig neubearbeitete Auflage

Mit 132 Bildern



Kontakt & Studium

Band 4

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Wilfried J. Bartz

Technische Akademie Esslingen

Weiterbildungszentrum

Elmar Wippler

expert verlag

expert  verlag

Inhaltsverzeichnis

Herausgeber-Vorwort

Autoren-Vorwort zur sechsten Auflage

Autoren-Vorwort zur fünften Auflage

Einführung

1	Physikalische Grundlagen	1
	Tabellen benützter Größen	1
1.1	Schall als Oberbegriff	8
1.2	Schalldruck	8
1.3	Wellenlänge	13
1.4	Schallgeschwindigkeit	13
1.5	Schallschnelle, Schallausschlag	15
1.6	Schallkennimpedanz	17
1.7	Schallintensität, Schalleistung	18
1.8	Schall-Pegel	21
1.9	Schallzusammensetzung	26
1.10	Addition und Subtraktion von Schallkomponenten	28
2	Das menschliche Gehör	32
	Heinz Wallerus	
2.1	Anatomischer Aufbau und Funktion des Ohres	32
2.2	Meßmethoden der Psychoakustik	34
2.3	Hörfläche	35
2.4	Frequenz – Tonhöhe – Frequenzmodulationsschwellen	36
2.5	Schallpegel – Lautstärke – Verhältnislautheit – Amplitudenmodulationsschwellen	38
2.6	Lautstärke als Funktion der Bandbreite	40
2.7	Lautstärke als Funktion der Zeitdauer	41
2.8	Verdeckung – Mithörschwellen	42
2.9	Binaurales Hören – Stereophonie	44
2.10	Audiometrie	44
2.11	Lärmschäden	46
2.12	Vegetative und psychische Wirkung	49

3	Schallausbreitung	51
3.1	Abstandsgesetze	51
3.2	Schallausbreitung im Freien	53
3.2.1	Richtwirkungsmaß	55
3.2.2	Boden- und Meteorologiedämpfung D_{DB}	55
3.2.3	Dämpfung durch Bewuchs D_D	56
3.2.4	Dämpfung durch verstreute Gebäude	57
3.2.5	Luftabsorptionsmaß D_L	58
3.2.6	Temperaturabhängigkeit und Windeinfluß	58
3.3	Schallabstrahlung von Gewerbebetrieben	61
3.4	Beugung von Schallwellen	63
3.5	Schallfeld in Innenräumen (Diffuses Feld)	63
3.6	Brechung, Spiegelung, Reflexion, Dämmung	66
3.7	Nachhallzeit	67
3.8	Dämpfung durch Schallschluckmaterial (Schallabsorption)	69
3.9	Hallradius	75
4	Schallmeßgeräte	78
4.1	Grundsätzlicher Aufbau	78
4.2	Mikrofone	79
4.3	Verstärker und Bewertungsfilter	83
4.4	Gleichrichterteil	84
4.5	Anzeigearten	86
4.6	Schallpegelmesser (Gerätetechnik)	90
4.6.1	Schallpegelmesserarten, verschiedene Normen, Ausstattung	90
4.6.2	Die wichtigsten technischen Eigenschaften der Schallpegelmesser	94
4.7	Schallanalysen	102
4.7.1	Oktav- oder Terz-Analysen	103
4.7.2	Umrechnen von Terz- in Oktav-Pegel	104
4.7.3	Schmalband-Analysen	108
4.7.4	Echtzeitanalysatoren	111
4.7.5	Fast Fourier Transformation	111
4.8	Andere Meß- und Bewertungsverfahren	113
4.8.1	Lautheit in Sone	113
4.8.2	Grenzlinien nach Lübke	114
4.8.3	Die Noise Rating Curves (NR-dB)	115
4.8.4	Verfahren nach Zwicker	116
4.9	Registriergeräte	119
4.9.1	Gleichspannungsschreiber	119
4.9.2	Pegelschreiber	119

4.9.3	Oszilloskope	121
4.10	Pegelmittelung	121
4.10.1	Übersicht über die Begriffvielfalt	121
4.10.2	Theoretische Grundlagen	122
4.10.3	Mittelung von Teilzeitpegeln	124
4.10.4	Schalldosis	128
4.10.5	Einzelergbnis-Schalldruck-Pegel $L_{T0=1s}$; Pegel-Perzintile L_n	133
4.10.6	Funktion integrierender Schallpegelmesser	136
4.10.7	Die verschiedenen Ausführungsformen integrierender Schallpegelmesser	139
4.10.8	Normforderungen an integrierende Pegelmesser	141

5 Meßverfahren zum Arbeits- und Nachbarschaftsschutz 143

5.1	Beurteilung des Lärms am Arbeitsplatz nach VDI 2058, Bl. 2	143
5.2	Immissionsgeräuschmessung nach TA Lärm und VDI 2058, Bl. 1	148
5.2.1	Protokoll zum Beurteilungspegel	153
5.2.2	Beurteilungs-Beispiel	154
5.2.3	Wie hoch ist die Aussagequalität der Beurteilungspegel?	158
5.3	Baulärm	163
5.4	Verkehrslärm	164
5.4.1	Straßenverkehrslärm	164
5.4.2	Schienenverkehrslärm	168
5.5	Freizeit- und Sportlärm	171
5.6	Parkplatzlärm	174

6 Das Messen der Schalleistung 176

6.1	Schalleistung im freien Schallfeld	176
6.2	Hüllflächen-Verfahren nach DIN 45 635 T1	178
6.3	Hallraumverfahren	180
6.4	Das Vergleichsquellenverfahren, Indirektes Verfahren	181
6.5	Intensimetrische Schalleistungsmessung	181
6.6	A- und Impulsbewertung, Richtwirkung, Leistungsspektren	184
6.7	Hinweise für die Messung nach dem Hüllflächenverfahren	184
6.7.1	Meßflächenschalldruckpegel L_A	186
6.7.2	Meßflächenmaß L_s	186
6.7.3	Korrekturen	187
6.7.4	Baumaschinen-Emissionskennwerte	190
6.8	Hinweise für Hallraumverfahren	193
6.9	Sicherheit der Fehlergrenzen	197
6.10	Meßgeräte	202

7	Bauakustische Meßgrößen und Begriffe	207
7.1	Messen der Luftschalldämmung	214
7.2	Trittschalldämmung	215
7.3	Nachhallmessung	216
7.4	Installationsgeräusche	218
7.5	Meßhinweise und Geräte für Lärmmessung am Bau und an haustechnischen Anlagen	220
8	Schallschutzmaßnahmen	228
8.1	Maßnahmen an der Schall-Quelle	231
8.2	Sekundärer Schallschutz	232
8.2.1	Luftschalldämmung	233
8.3	Luftschalldämpfung (Absorber)	238
8.3.1	Raumakustische Maßnahmen	241
8.3.2	Schalldämpfer	248
8.3.3	Abschirmung durch Anpflanzungen	253
8.4	Körperschall-Dämmung und -Dämpfung	254
8.4.1	Schwingungs-Isolierung (elastische Lagerung)	255
8.4.2	Schwingungs-Dämpfungsmaße	260
8.4.3	Tiefe Abstimmung, überkritischer Bereich	265
8.4.4	Hohe Abstimmung, unterkritischer Bereich	267
8.4.5	Abschätzung der Isolierwirkung	268
8.5	Körperschall-Meßtechnik in Grundzügen	269
8.6	Kapselung einer Schallquelle	271
8.6.1	Beispiel einer Dimensionierung	277
8.7	Schallschutz-Kabinen und -Wände	280
8.8	Persönlicher Schallschutz	282
9	Anhang	283
9.1	Wichtige Schallschutz-Gesetze und Verordnungen	283
9.1.1	Definition von Begriffen und Normen-Vereinheitlichung	285
9.1.2	Gesetz über die Eichpflicht von Meßgeräten (Auszug, soweit Schallpegelmesser betroffen)	286
9.1.3	Lärmrechtsgebiete	
	Anwendungsbereiche und zugehörige Meßverfahren	287
9.2	Richtwerte	299
9.2.1	Schallpegelrichtwert für Lärm am Arbeitsplatz	299
9.2.2	Nachbarschaftslärm (Immissionsrichtwerte)	299

9.2.3	Planungsrichtpegel nach DIN 18 005 Bl. 1 für Baugebiete (allgemeiner, vornehmlich Verkehrslärm) (Tag- und Nachtzeiten wie in VDI 2058 Bl. 1)	300
9.2.4	Störpegel durch haustechnische, außerhalb der Wohnung liegende Anlagen, gewerbliche Betriebe und Außengeräusche (DIN 4109)	301
9.2.5	Grenzwerte der Schallpegel von Lüftungstechnischen Anlagen in belüfteten Räumen (VDI 2081 Entwurf)	301
9.2.6	Geräuschstärke von Transformatoren (DIN 42 540) in 3 Leistungsstufen, Öl- oder Trockentrafos in 1 m bzw. 3 m Abstand gemessen	301
9.2.7	Anhaltswerte für Innengeräusche, die von außen in geschlossene Räume dringen. Gemittelte Pegel, mittlerer Maximalpegel + 10 dB	301
9.2.8	Kfz-Geräusch lt. StVZO bzw. EG-Richtlinien ("Veröffentlicht im Verkehrsblatt")	302
9.2.9	Verkehrslärm-Immissionsgrenzpegel nach 16. BImSchV (1990), gültig für alle öffentlichen Straßen, Eisenbahnen, U-, S- und Straßenbahnen, für Neubauten oder wesentliche Änderungen	303
9.2.10	Grenz-Beurteilungspegel für Sportanlagen nach 18. BImSchV	304
9.2.11	Auszug einiger Grenzpegel nach DIN 4109, erhöhter Schall- schutz nach Beiblatt 2, Meßverfahren nach DIN 52 212, Installationsger. DIN 52 219	304
9.3	Wichtige Normen für den Schallschutz	306
9.3.1	DIN Deutsches Institut für Normen e.V. zu beziehen vom Beuth-Verlag, Friesenplatz 16, 5000 Köln	306
9.3.2	VDI-Richtlinien	314
9.3.4	Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung bei der österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Volksgesundheit (ÖAV)	318
9.4	Frequenzbewertung A, B, C, D Frequenzbewertung in dB bezogen auf linearen Verlauf	320
9.4.1	Nachhallmessung	322
9.4.2	Luftschalldämmung	324
9.4.3	Trittschalldämmungs-Messung	325
9.5	Formeln, Beispiele, Aufgaben und Lösungen Übungsaufgaben	327 337
Literaturverzeichnis		357
Sachregister		359