

# Lärmmeßpraxis

am Arbeitsplatz und in der Nachbarschaft

Einführung in Schallphysik, Schallmeßtechnik und Schallschutz

Ing. grad. Jörg Neumann

Dipl.-Ing. J. Gabelmann

Dipl.-Ing. (FH) W. Loos

Dr.-Ing. Heinz Wallerus

5., überarbeitete und erweiterte Auflage

Mit 107 Bildern



Kontakt & Studium  
Band.4

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Wilfried J. Bartz

Technische Akademie Esslingen

Weiterbildungszentrum

Dipl.-Ing. FH Elmar Wippler, expert verlag

expert  verlag

The logo for Expert Verlag features a stylized, three-dimensional representation of an open book. The pages are shown as a series of vertical lines of varying heights, creating a sense of depth and movement. The book is centered between the words 'expert' and 'verlag'.

Herausgeber-Vorwort

Autoren-Vorwort

Einführung

<b>1</b>	<b>Physikalische Grundlagen</b>	<b>1</b>
	Tabelle benützter Größen	1
1.1	Schall als Oberbegriff	5
1.2	Schalldruck	5
1.3	Wellenlänge	10
1.4	Schallgeschwindigkeit	10
1.5	Schallschnelle, Schallausschlag	12
1.6	Schallkennimpedanz	13
1.7	Schallintensität, Schalleistung	14
1.8	Schall-Pegel	17
1.9	Schallzusammensetzung	22
1.10	Addition und Subtraktion von Schallkomponenten	24
<b>2</b>	<b>Das menschliche Gehör</b>	<b>28</b>
2.1	Anatomischer Aufbau und Funktion des Ohres	28
2.2	Meßmethoden der Psychoakustik	30
2.3	Hörfläche	31
2.4	Frequenz – Tonhöhe – Frequenzmodulationsschwellen	32
2.5	Schallpegel – Lautstärke – Verhältnislautheit – Amplitudenmodulationsschwellen	34
2.6	Lautstärke als Funktion der Bandbreite	36
2.8	Verdeckung – Mithörschwellen	38
2.9	Binaurales Hören – Stereophonie	40
2.10	Audiometrie	40
2.11	Lärmschäden	42
2.12	Vegetative und psychische Wirkung	45

<b>3</b>	<b>Schallausbreitung</b>	<b>47</b>
3.1	Schallabstrahlung im freien Raum	47
3.2	Dämpfung durch Luftreibung	51
3.3	Temperaturabhängigkeit und Windeinfluß	51
3.4	Beugung von Schallwellen	52
3.5	Schallfeld in Innenräumen (Diffuses Feld)	53
3.6	Brechung, Spiegelung, Reflexion, Dämmung	56
3.7	Nachhallzeit	57
3.8	Dämpfung durch Schallschluckmaterial (Schallabsorption)	59
3.9	Hallradius	65
<b>4</b>	<b>Schallmeßgeräte</b>	<b>67</b>
4.1	Grundsätzlicher Aufbau	67
4.2	Mikrofone	68
4.3	Verstärker und Bewertungsfilter	71
4.4	Gleichrichterteil	72
4.5	Anzeigearten	74
4.6	Schallpegelmesser (Gerätetechnik)	78
4.6.1	Schallpegelmesserarten, verschiedene Normen, Ausstattung	78
4.6.2	Die wichtigsten technischen Eigenschaften der Schallpegelmesser	83
4.7	Schallanalysen	89
4.7.1	Oktav- oder Terz-Analysen	89
4.7.2	Umrechnen von Terz- in Oktav-Pegel	91
4.7.3	Schmalband-Analysen	93
4.7.4	Echtzeitanalysatoren	96
4.7.5	Fast Fourier Transformation	96
4.8	Andere Meß- und Bewertungsverfahren	98
4.8.1	Lautheit in Sone	98
4.8.2	Grenzklinien nach Lübke	99
4.8.3	Die Noise Rating Curves (NR-dB)	100
4.8.4	Verfahren nach Zwicker	101
4.9	Registriergeräte	103
4.9.1	Gleichspannungsschreiber	103
4.9.2	Pegelschreiber	104
4.9.3	Oszilloskope	105
4.10	Mittelungsverfahren	106
4.10.1	Gemeinsame Grundlagen, Dosis, $L_{eq}$	106
4.10.2	Mittelungspegel-Varianten	110
4.10.3	Mittelung mit Schreibern	114
4.10.4	Meßdauer, Mittelung verschiedener Teilzeitpegel, Umrechnen auf eine Bezugszeit	117

4.10.5	Schall-Expositions-Pegel (SEP) $L_m 1 s$ , Pegel-Perzentile $L_n$	119
4.10.6	Funktion integrierender Schallpegelmesser	122
4.10.7	Die verschiedenen Ausführungsformen integrierender Schallpegelmesser	125
4.10.8	Normforderungen an integrierende Pegelmesser	127
<b>5</b>	<b>Meßverfahren zum Arbeits- und Nachbarschaftsschutz</b>	<b>130</b>
5.1	Beurteilung des Lärms am Arbeitsplatz nach VDI 2058, Bl. 2	130
5.1.1	Meßprotokollschema für $L_m$	135
5.1.2	Ablaufschema für Lärmmessung am Arbeitsplatz nach VDI 2058, Bl. 2	136
5.2	Nachbarschaftsgeräuschmessung nach TA Lärm und VDI 2058 Bl. 1	138
5.2.1	Ablaufschema für Nachbarschaftsgeräuschmessung nach "TA Lärm"	142
5.2.2	Beurteilungs-Beispiel	143
5.3	Baulärm	147
5.3.1	Bestimmen der Immissions-Werte	147
5.3.2	Bestimmen der Emissionswerte (Schallabstrahlung)	148
<b>6</b>	<b>Das Messen der Schalleistung</b>	<b>149</b>
6.1	Schalleistung im freien Schallfeld	149
6.2	Hüllflächen-Verfahren nach DIN 45 635 T1	151
6.3	Hallraumverfahren	153
6.4	Das Vergleichsquellenverfahren, Indirektes Verfahren	154
6.5	Intensimetrische Schalleistungsmessung	154
6.6	A- und Impulsbewertung, Richtwirkung, Leistungsspektren	157
6.7	Hinweise für die Messung nach dem Hüllflächenverfahren	157
6.7.1	Meßflächenschalldruckpegel $L_A$	159
6.7.2	Meßflächenmaß $L_s$	159
6.7.3	Korrekturen	160
6.8	Hinweise für das Hallraumverfahren	163
6.9	Sicherheit der Fehlergrenzen	167
6.10	Meßgeräte	172

<b>7</b>	<b>Bauakustische Meßgrößen und Begriffe</b>	<b>177</b>
7.1	Messen der Luftschalldämmung	184
7.2	Trittschalldämmung	185
7.3	Nachhallmessung	186
7.4	Installationsgeräusche	188
7.5	Meßhinweise und Geräte für Lärmmessung am Bau und an haustechnischen Anlagen	190
<b>8</b>	<b>Schallschutzmaßnahmen</b>	<b>195</b>
8.1	Maßnahmen an der Schall-Quelle	198
8.2	Sekundärer Schallschutz	199
8.2.1	Luftschalldämmung	200
8.3	Luftschalldämpfung (Absorber)	205
8.3.1	Raumakustische Maßnahmen	208
8.3.2	Schalldämpfer für Luft, Dampf und Abgase	214
8.3.3	Abschirmung durch Anpflanzungen	217
8.4	Körperschall-Dämmung und -Dämpfung	218
8.4.1	Schwingungs-Isolierung (elastische Lagerung)	219
8.4.2	Schwingungs-Dämpfungsmaße	224
8.4.3	Tiefe Abstimmung, überkritischer Bereich	229
8.4.4	Hohe Abstimmung, unterkritischer Bereich	231
8.4.5	Abschätzung der Isolierwirkung	232
8.5	Körperschall-Meßtechnik in Grundzügen	233
8.6	Kapselung einer Schallquelle	234
8.7	Schallschutz-Kabinen und -Wände	241
8.8	Persönlicher Schallschutz	241
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>244</b>
9.1	Wichtige Schallschutz-Gesetze und Verordnungen	244
9.1.1	Lärmrechtsgebiete	
	Anwendungsbereiche und zugehörige Meßverfahren	246
9.1.2	Stand der Technik (Definition von Begriffen)	258
9.1.3	Gesetz über die Eichpflicht von Meßgeräten (Auszug, soweit Schallpegelmesser betroffen)	259
9.2	Richtwerte	260
9.2.1	Schallpegelrichtwert für Lärm am Arbeitsplatz	260
9.2.2	Nachbarschaftslärm (Immissionsrichtwerte)	260

9.2.3	Planungsrichtpegel nach DIN 18 005 Bl. 1 für Baugebiete (allgemeiner, vornehmlich Verkehrslärm) (Tag- und Nachtzeiten wie in VDI 2058 Bl. 1)	261
9.2.4	Störpegel durch haustechnische, außerhalb der Wohnung liegende Anlagen, gewerbliche Betriebe und Außen- geräusche (DIN 4109)	262
9.2.5	Grenzwerte der Schallpegel von Lüftungstechnischen Anlagen in belüfteten Räumen (VDI 2081 Entwurf)	262
9.2.6	Geräuschstärke von Transformatoren (DIN 42 540) in 3 Leistungsstufen, Öl- oder Trockentransfos in 1 m bzw. 3 m Abstand gemessen	262
9.2.7	Anhaltswerte für Innengeräusche, die von außen in geschlossene Räume dringen, Gemittelte Pegel, Spitzenpegel max. + 10 dB	262
9.2.8	Kfz-Geräusch lt. StVZO bzw. EG-Richtlinien (Veröffentlicht im "Verkehrsblatt")	263
9.2.9	Verkehrslärm-Immissions-Richtwerte für straßenverkehrs- rechtliche Schutzmaßnahmen (werden von den Bundes- ländern festgelegt, bis ein geplantes Bundesfernstraßen- Gesetz erlassen wird)	264
9.3	Wichtige Normen für den Schallschutz	264
9.3.1	DIN Deutsches Institut für Normen e.V.	264
9.3.2	VDI-Richtlinien	271
9.3.3	Lärmschutz-Informationen-Blätter (LSI) und Lärmschutz-Arbeitsblätter (LSA)	274
9.3.4	Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung (ÖAL) bei der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Volks- gesundheit (ÖAV)	275
9.3.5	Frequenzbewertung A, B, C, D Frequenzbewertung in dB bezogen auf linearen Verlauf	277
9.4.1	Nachhallmessung	278
9.4.2	Luftschalldämmung	} Meßprotokoll als Beispiel
9.4.3	Trittschalldämmungs-Messung	
9.5	Formeln, Beispiele	283
	Übungsaufgaben	293
	Lösungen	297

<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>313</b>
-----------------------------	------------

<b>Sachregister</b>	<b>315</b>
---------------------	------------