

HANSER

Technische Akustik und Lärmschutz

Dieter Maute

ISBN 3-446-40222-5

Inhaltsverzeichnis

Weitere Informationen oder Bestellungen unter
<http://www.hanser.de/3-446-40222-5> sowie im Buchhandel

Inhaltsverzeichnis

0	Einführung	14
1	Schall und Schallpegel	17
1.1	Begriffe und physikalische Grundlagen	17
1.1.1	Schwingungen, Wellen, Schall – eine Übersicht	17
1.1.2	Schwingungen	18
1.1.3	Frequenz und Wellenlänge	22
1.1.4	Schallgeschwindigkeit	23
1.1.5	Ton	23
1.1.6	Klang	24
1.1.7	Tongemisch und Geräusch	24
1.1.8	Rauschen	24
1.1.9	Frequenz und Kreisfrequenz	24
1.1.10	Effektivwert	25
1.1.11	Reflexion	25
1.1.12	Beugung	26
1.1.13	Brechung	26
1.1.14	Stehende Wellen	27
1.1.15	Schwebungen, Amplitudenmodulation	28
1.2	Die verschiedenen Schallpegel und deren Definitionen	32
1.3	Analogien – Schalldruck- und Schallintensitätspegel	34
1.4	Rechnen mit Logarithmen	36
1.4.1	Definitionen	36
1.4.2	Rechenregeln mit Beispielen	36
1.5	Rechnen mit Pegeln	39
1.5.1	Grundsätzliches	39
1.5.2	Addition und Subtraktion	40
1.5.3	Örtlicher Mittelwert	42
1.5.4	Zeitlicher Mittelwert und Beurteilungspegel	43
1.5.5	Schalleistungspegel	46

1.5.5.1	Punktschallquelle	46
1.5.5.2	Linienbezogener Schalleistungspegel.....	46
1.5.5.3	Flächenbezogener Schalleistungspegel	46
1.5.6	Anlagen- und Fremdpegel.....	47
1.5.7	Einzelereignispegel	47
2	Hören und Wahrnehmen – Physiologische Grundlagen und ihre technische Umsetzung	49
2.1	Frequenzgang und Eigenschaften des Gehörs.....	49
2.2	Frequenzbewertung von Schallpegeln	53
2.3	Zeitbewertung von Schallpegeln	55
2.4	Schallpegel, Lautstärkepegel, Lautheit, Lästigkeit, Lärmstärke	58
3	Messtechnik.....	61
3.1	Schallpegelmesser	61
3.1.1	Allgemeine Hinweise	61
3.1.2	Frequenzbereich und Messbereich	61
3.1.3	Genauigkeitsklassen.....	62
3.1.4	Frequenzbewertung	62
3.1.5	Zeitbewertung	62
3.1.6	Mikrofone	63
3.1.7	Digitalisierung / Speicherung der Messdaten.....	63
3.1.8	Handhabung	64
3.2	Spektrale Darstellungen	64
3.2.1	Übersicht	64
3.2.2	Analyse in Frequenzbändern.....	65
3.2.2.1	Grundsätzliches.....	65
3.2.2.2	Oktavanalyse	65
3.2.2.3	Terzanalysen	66
3.2.3	Schmalbandanalysen	66
3.2.4	Beispiel	68
3.3	Beschreibung zeitlich veränderlicher Pegelverläufe.....	70
3.3.1	Pegel als Funktion der Zeit	70
3.3.2	Häufigkeitsverteilung (Level Distribution)	71
3.3.3	Summenhäufigkeit (Cumulative Distribution)	72
3.3.4	Überschreitungspegel (Perzentilpegel).....	73
3.3.5	Geräuschtrennung	74

3.4	Ermittlung des Schalleistungspegels	74
3.4.1	Übersicht	74
3.4.2	Hüllflächenverfahren	75
3.4.3	Messung der Schallintensität	77
3.4.3.1	Das Verfahren und seine Grenzen	77
3.4.3.2	Physikalische Grundlagen	81
3.4.3.3	Ortung von Schallquellen	83
3.4.4	Geräte und Software	84
3.5	Weitere Verfahren für die rechnerische Signalverarbeitung	84
3.5.1	Zeitliche Mittelung	85
3.5.2	Kreuzkorrelation und Impulsantwort	85
4	Schallausbreitung im Freien	88
4.1	Schallfelder	88
4.2	Freie, ungehinderte Schallausbreitung	88
4.2.1	Punktförmige Schallquellen	89
4.2.1.1	Ausbreitung in den kugelförmigen Raum	89
4.2.1.2	Ausbreitung in den Raum einer Halbkugel („Halbraum“)	90
4.2.1.3	Ausbreitung in weitere Teilräume	90
4.2.2	Linienförmige Schallquellen – Schallausbreitung in den Raum eines Halbzylinders	91
4.2.3	Flächenschallquellen	91
4.3	Prognosen nach DIN EN ISO 9613-2 und den VDI-Richtlinien 2714 und 2720	92
4.3.1	Gültigkeit und Einschränkungen des grundsätzlichen Berechnungsverfahrens	92
4.3.2	Pegelerhöhende Einflussgrößen	95
4.3.2.1	Richtwirkungskorrektur	95
4.3.2.2	Richtwirkungsmaß	95
4.3.2.3	Raumwinkel, Raumwinkelmaß	96
4.3.3	Pegelminderungen auf dem Ausbreitungsweg	96
4.3.3.1	Einfluss der Entfernung	96
4.3.3.2	Wirkung von Hindernissen: Abschirmung und Beugung	96
4.3.3.3	Verluste durch Absorption	99
4.3.3.4	Zusätzliche Dämpfungsarten	101
4.3.3.5	Meteorologische Korrekturen	101
4.3.4	Wirkung von Hindernissen: Reflexion	102

4.3.5	Einfluss der Meteorologie.....	104
4.3.5.1	Windgeschwindigkeit und Gradient.....	105
4.3.5.2	Temperatur und Gradient	106
4.3.5.3	Turbulenzen.....	107
4.3.5.4	Absorption	107
4.4	Prognosen für besondere Schallquellen.....	107
4.5	Linien- und Flächenschallquellen.....	107
4.6	Prognose und Messung – Ergebnisunsicherheit	108
4.7	Programme zur Berechnung der Schallausbreitung und von Geräuschemissionen.....	110
5	Die Europäischen Verträge und der Lärmschutz	111
5.1	Schallemission und Schallimmission.....	111
5.1.1	Emission.....	111
5.1.2	Immission.....	112
5.2	Artikel 100a EWG und 118a EWG – Gerätesicherheitsgesetz und Arbeitsschutzgesetz	113
5.3	Die Zuständigkeit von Herstellern und Betreibern von Maschinen	115
6	Lärm von Maschinen.....	117
6.1	Lärminformation.....	117
6.1.1	Warum Lärminformation?.....	117
6.1.2	Wo Lärminformation?.....	117
6.1.3	Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung.....	118
6.2	3. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (3. GSGV)	118
6.3	Normen zur Ermittlung von Emissionskennwerten.....	119
6.4	Maschinen und Geräte zur Verwendung im Freien.....	122
6.5	Lärmarm konstruieren – Grundsätze zur Lärminderung bei Maschinen und Anlagen	123
7	Lärm am Arbeitsplatz	126
7.1	Die Berufskrankheit „Lärmschwerhörigkeit“	126
7.2	Richtlinie des Rates RLR 86/188/EWG.....	126
7.2.1	Wesentliche Inhalte	126
7.2.2	Tägliche persönliche Lärmexposition / Beurteilungspegel	127
7.2.3	Lärmdosis.....	128
7.3	Verordnung über Arbeitsstätten (ArbStättV).....	129
7.4	UVV-Lärm (Unfallverhütungsvorschrift Lärm).....	129
7.4.1	Kriterien zur Vermeidung von Gehörschäden.....	130

7.4.2	Impulshaltiger und tonhaltiger Lärm.....	130
7.4.3	Technische Lärminderung.....	131
7.4.4	Lärmgefährdung und Lärmbereiche.....	131
7.4.5	Persönlicher Schallschutz.....	132
7.4.6	Persönlicher oder ortsbezogener Beurteilungspegel.....	133
7.4.7	Pausendauer / Erholungszeit.....	133
7.4.8	Zusammenfassende Übersicht: 3. GSGV und UVV-Lärm.....	134
7.5	VDI-Richtlinie 2058, Blatt 2.....	134
7.5.1	Begriffe.....	134
7.5.2	Lärmpausen während der Arbeitszeit.....	135
7.6	VDI-Richtlinie 2058, Blatt 3.....	136
7.7	Richtlinie 2003/10/EG.....	137
7.8	Gestaltung lärmarmen Arbeitsstätten.....	137
8	Lärm in der Nachbarschaft.....	139
8.1	Übersicht: Vom Emissions- zum Immissionsort.....	139
8.2	Rechnerische Prognose oder Messung.....	140
8.3	Schutz vor Immissionen: Berechnung und Beurteilung.....	141
8.3.1	Lärm von gewerblichen Anlagen.....	141
8.3.1.1	Grundsätzliches.....	141
8.3.1.2	Ermittlung des Beurteilungspegels.....	142
8.3.1.3	Immissionsrichtwerte (IRW) für Orte außerhalb von Gebäuden.....	144
8.3.1.4	Immissionsrichtwerte für Orte innerhalb von Gebäuden.....	145
8.3.1.5	Tieffrequente Geräusche.....	145
8.3.2	Lärm durch Sport- und Freizeitanlagen.....	146
8.3.2.1	Grundsätzliches.....	146
8.3.2.2	Ruhezeiten und Immissionsrichtwerte.....	146
8.3.2.3	Ermittlung des Beurteilungspegels.....	147
8.3.3	Verkehr.....	147
8.3.3.1	Straßenverkehr.....	148
8.3.3.2	Parkplätze.....	152
8.3.3.3	Schienenverkehr.....	153
8.3.3.4	Luftverkehr.....	154
8.3.3.5	Schiffsverkehr.....	154
8.3.4	Schießgeräusche.....	154
8.3.5	Lärmkontingentierung.....	155
8.4	Die EU-Umgebungslärm-Richtlinie 2002/49/EG.....	155
8.4.1	Zielsetzung, Betroffene, Termine, Zuständigkeiten.....	155
8.4.2	Lärmquellen.....	156

8.4.3	Wesentliche Merkmale der Richtlinie.....	157
8.4.4	Beschreibung der Lärmbelastung.....	157
8.4.5	Positive und negative Aspekte in Stichworten.....	158
8.4.6	Ermittlung der Immissionen – Rechnung oder Messung?.....	158
8.5	Umgang mit Lärm in der Nachbarschaft – Zuständigkeiten, Beschwerde- wege, Instanzen.....	159
9	Schallschutz im Hochbau	161
9.1	Einführung.....	161
9.1.1	Geschichte des Schallschutzes	161
9.1.2	Bauakustik und Raumakustik	162
9.1.3	Schalldämmung und Schalldämpfung.....	163
9.2	Dämmung von Luftschall.....	164
9.2.1	Energiebilanz.....	164
9.2.2	Schalldämm-Maß, bewertetes Schalldämm-Maß	165
9.2.2.1	Äquivalente Schallabsorptionsfläche	165
9.2.2.2	Frequenzabhängigkeit der akustischen Kenngrößen.....	167
9.2.2.3	Bewertetes Schalldämm-Maß, bewertete Norm-Schallpegel- differenz	167
9.2.2.4	Bezugskurve und Einzahlangaben	167
9.2.3	Spektrum-Anpassungswerte	168
9.2.4	Zusammenfassende Darstellung – Weitere Kenngrößen	169
9.3	Dämmung von Trittschall	171
9.3.1	Körperschall.....	171
9.3.2	Norm-Trittschallpegel, bewerteter Norm-Trittschallpegel	172
9.3.3	Weitere Kenngrößen	173
9.3.4	Spektrum-Anpassungswert.....	174
9.3.5	Verbesserung der Trittschalldämmung massiver Decken durch eine Deckenauflage	174
9.4	Schalldämmung von Bauteilen	176
9.4.1	Bauphysikalische Grundlagen für die Dämmung von Luftschall.....	176
9.4.2	Anforderungen an Bauteile	180
9.4.2.1	Anforderungen und Qualität des Schallschutzes.....	180
9.4.2.2	Innenbauteile	181
9.4.2.3	Außenbauteile	182
9.4.3	Resultierendes Schalldämm-Maß zusammengesetzter Bauteile.....	183
9.4.4	Flanken- und Nebenwegübertragung.....	184
9.4.5	Unsicherheit und Einflüsse auf die Prüfergebnisse	186
9.5	Ermittlung des maßgeblichen Außenlärmpegels	188
9.6	Zulässige Schalldruckpegel in schutzbedürftigen Räumen	189

9.7	Nutzergeräusche	189
9.8	Wahrung der Vertraulichkeit.....	190
9.9	Vertragliche Vereinbarungen	191
9.10	Zusammenfassung der Regelwerke.....	193
9.11	Software.....	195
9.12	Beispiele	195
10	Elementare Raumakustik	198
10.1	Umfang und Aufgaben der Raumakustik.....	198
10.2	Nachhallzeit und Schallabsorption	198
10.3	Schallabsorptionsgrad und Strömungswiderstand	202
10.4	Hallradius, Raumpegel, mittlerer Schallabsorptionsgrad.....	204
10.4.1	Schalleinwirkung von außen	204
10.4.2	Schallquellen im Raum	204
10.5	Sprachverständlichkeit	206
11	Hinweise zur CD-ROM zum Buch.....	208
11.1	Programme zur Berechnung von Lärm-Immissionen.....	208
11.1.1	CadnaA.....	209
11.1.2	IMMI DEMO 531 Verkehr	210
11.2	Programme zur Bearbeitung und Darstellung von Schallmessungen.....	210
11.2.1	Noise Explorer Type 7815	211
11.2.2	NOISY DEMO 72.....	212
12	Sachwortverzeichnis.....	213