

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Motivation</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Physikalische Grundlagen</b>	<b>7</b>
2.1	Begriffe	7
2.2	Schallfeldgrößen, Wellengleichung	12
2.2.1	Akustische Impedanz	13
2.2.2	Schallintensität	15
2.2.3	Schallleistung	16
2.2.4	Mechanische Impedanz	17
2.2.5	Körperschallleistung	25
2.2.6	Abstrahlgrad	26
2.3	Schallpegel	28
2.3.1	Pegeladdition, energetische Addition	29
2.3.2	Mittelungspegel	30
2.3.3	Störpegel	31
2.3.4	A-bewerteter Pegel	32
2.3.5	Beurteilungspegel	33
2.4	Zeitliche und spektrale Darstellung von Schallfeldgrößen	36
2.4.1	Periodischer Zeitverlauf	41
2.4.2	Regelloser, stochastischer Zeitverlauf, allgemeines Rauschen	42
2.5	Pegelminderung durch Schallreflexion und Schallabsorption	42
2.5.1	Dämmung	42
2.5.2	Schalldämpfung	43
2.5.3	Äquivalente Absorptionsfläche $A$	44
2.6	A-Schallleistungspegel $L_{WA}$	47
	Literatur	51
<b>3</b>	<b>Schallentstehung</b>	<b>53</b>
3.1	Schallentstehung durch Strömungsvorgänge	55
3.1.1	Schallentstehung durch Geschwindigkeitsschwankungen	57

3.1.2	Schallentstehung durch Schwankungen der Fördermenge und Wechselkräfte . . . . .	60
3.1.3	Aeropulsive Geräusche . . . . .	68
3.1.4	Geräuscentstehung infolge Wirbelbildung . . . . .	69
3.1.5	Geräuscentstehung durch Freistrahle . . . . .	70
3.1.6	Geräuscentstehung durch Ansauggeräusche . . . . .	76
3.1.7	Geräuscentstehung in turbulenten Grenzschichten . . . . .	79
3.1.8	Beispiel: Geräuscentwicklung einer geraden Rohrleitung . . . . .	87
3.2	Schallentstehung durch mechanische Schwingungen, Körperschall . . . . .	94
3.2.1	Körperschallanregung, Erreger- bzw. Wechselkraft . . . . .	99
	Literatur . . . . .	105
<b>4</b>	<b>Messtechnik . . . . .</b>	<b>107</b>
4.1	Nationale und internationale Normung . . . . .	107
4.1.1	Emissions-Schalldruckpegel am Arbeitsplatz . . . . .	108
4.1.2	Schallleistungspegel durch Messung des Schalldruckpegels . . . . .	109
4.1.3	Schallleistungspegel durch Messung des Schallintensitätspegels . . . . .	111
4.1.4	Schallleistungspegel durch Messung des Körperschallpegels . . . . .	111
4.2	Schall- und Schwingungsmesstechniken . . . . .	112
4.2.1	Schalldruckmessung . . . . .	112
4.2.2	Schallintensitätsmessung . . . . .	115
4.2.3	Körperschallmessung . . . . .	123
4.3	Direkte Bestimmung des A-Gesamtschallleistungspegels . . . . .	133
4.3.1	Durch Schalldruckmessung . . . . .	133
4.3.2	Durch Schallintensitätsmessungen . . . . .	134
4.4	Indirekte Bestimmung des A-Gesamtschallleistungspegels . . . . .	136
4.4.1	Teil-Luftschallleistungspegel . . . . .	136
4.4.2	Teil-Körperschallleistungspegel durch Schallintensitätsmessungen . . . . .	137
4.4.3	Teil-Körperschallleistungspegel durch Körperschallmessungen . . . . .	138
	Literatur . . . . .	141
<b>5</b>	<b>Lärminderung . . . . .</b>	<b>143</b>
5.1	Primäre Lärminderung . . . . .	144
5.1.1	Schalltechnische Schwachstellenanalyse . . . . .	145
5.1.2	Prinzipielle Maßnahmen zur Geräuschreduzierung . . . . .	153
5.1.3	Grundsätze der Konstruktionsakustik . . . . .	183
5.2	Sekundäre Maßnahmen . . . . .	185
5.2.1	Kapselung, Schallhaube . . . . .	185
5.2.2	Schalldämpfer . . . . .	191
	Literatur . . . . .	206

<b>6</b>	<b>Praxisbeispiele</b>	209
6.1	Antriebseinheit	210
6.1.1	Lärmminderungsplanung	212
6.1.2	Akustische Schwachstellenanalyse des Antriebsfundaments	214
6.1.3	Lärmminderungsmaßnahmen	218
6.2	Verpackungsmaschine	220
6.2.1	Konstruktionsakustische Schwachstellenanalyse	221
6.2.2	Lärmminderungspläne	224
6.2.3	Prinzipielle Lärmminderungsmaßnahmen	225
6.3	Straddle Carrier (Mobilkran)	227
6.3.1	Akustische Schwachstellenanalyse	227
6.3.2	Lärmminderungspläne	235
6.3.3	Lärmminderungsmaßnahmen	236
6.4	Rohrbündelwärmetauscher	238
6.4.1	Schall- und schwingungstechnische Schwachstellenanalyse	238
6.4.2	Modellversuche	243
6.4.3	Konstruktive Lärmminderungsmaßnahmen	248
6.5	Akustische Optimierung eines Schaufelradgetriebes	250
6.5.1	Schwachstellenanalyse	251
6.5.2	Lärmminderungsmaßnahmen	252
6.6	Schwingungsminderung	255
6.6.1	Ursache schwingungsbedingter Schäden an den Gleitbahnhalterungen einer Tablettenpresse	256
6.6.2	Schwingungsminderung bei Rohrleitungen	258
6.7	Praxiserprobte Anwendungsbeispiele	262
6.7.1	Schallentstehung	263
6.7.2	Schall- und Schwingungsübertragung	270
6.7.3	Schallabstrahlung	275
6.7.4	Zusammenwirken verschiedener Wirkmechanismen	278
	Literatur	282
	<b>Sachverzeichnis</b>	285