

## Praktische Maschinenakustik

Bearbeitet von  
Franz G Kollmann, Thomas F Schösser, Roland Angert

1. Auflage 2005. Buch. x, 363 S. Hardcover

ISBN 978 3 540 20094 9

Format (B x L): 15,5 x 23,5 cm

Gewicht: 725 g

[Weitere Fachgebiete > Physik, Astronomie > Mechanik > Klassische Mechanik](#)

Zu [Leseprobe](#)

schnell und portofrei erhältlich bei



Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Grundlegende maschinenakustische Begriffe</b>	<b>1</b>
1.1 Allgemeines .....	1
1.2 Direkte und indirekte Schallabstrahlung .....	3
1.3 Pegelrechnung .....	4
1.4 Grundzüge der physiologischen Akustik .....	9
1.5 Admittanz und Impedanz .....	12
1.6 Berechnungen mit komplexen Zahlen .....	14
1.7 Effektivwerte .....	17
<b>2 Frequenzanalyse von Zeitsignalen</b>	<b>21</b>
2.1 Frequenzanalyse harmonischer Zeitsignale .....	21
2.2 Fourier-Reihen periodischer Zeitsignale .....	23
2.3 Fourier-Transformation .....	27
2.4 Diskrete Fourier-Transformation .....	31
2.5 Eigenschaften der Fourier-Transformation .....	33
<b>3 Dämpfung von Körperschall</b>	<b>37</b>
3.1 Physikalische Dämpfungsmechanismen .....	37
3.2 Das Kelvin-Voigt-Modell .....	40
3.2.1 Einfaches, eindimensionales Kelvin-Voigt-Modell .....	40
3.2.2 Verallgemeinerung für kontinuierliche Körper .....	44
3.3 Dämpfende Beläge .....	46
3.3.1 Platte mit dämpfendem Belag .....	46
3.3.2 Eingezwängte Beläge .....	48
<b>4 Das Körperschallverhalten einfacher Strukturen</b>	<b>55</b>
4.1 Der Einmasseschwinger .....	56
4.1.1 Freie Schwingungen des Einmasseschwingers .....	57
4.1.2 Erzwungene Schwingungen des Einmasseschwingers ..	61
4.2 Biegeschwingungen von Rechteckplatten .....	65
4.2.1 Freie Schwingungen der gedämpften Platte .....	70
4.2.2 Erzwungene Schwingungen der gedämpften Platte .....	77
4.3 Das Körperschallmaß .....	79
4.3.1 Das Körperschallmaß einer Rechteckplatte .....	81
4.4 Abschätzverfahren für das Körperschallmaß .....	83
4.4.1 Glatte Rechteckplatte .....	83
4.4.2 Ähnlichkeitsgesetze für das Körperschallmaß .....	87
4.4.3 Platte mit vorgeschalteter Punktmasse .....	92
4.5 Auswirkung von Rippen auf das Körperschallmaß .....	94

<b>5 Abstrahlung von Luftschallwellen</b>	<b>99</b>
5.1 Luftschallwellen .....	99
5.2 Der Abstrahlgrad .....	100
5.3 Der Kugelstrahler .....	102
5.4 Die Kolbenmembran .....	105
5.5 Die Abstrahlung rechteckiger Platten.....	107
5.5.1 Physikalische Betrachtungen zur Abstrahlung von Platten .....	107
5.5.2 Berechnung des Abstrahlgrads rechteckiger Platten .....	110
5.5.3 Ähnlichkeitsgesetze für die Abstrahlung von Platten.....	115
<b>6 Abkopplung von Körperschall</b>	<b>123</b>
6.1 Maschinendynamisches Modell der Abkopplung .....	124
6.2 Maschinenakustisches Modell der Abkopplung .....	125
<b>7 Maschinenakustische Grundgleichung</b>	<b>131</b>
<b>8 Finite Elemente für die Berechnung von Körperschallfeldern</b>	<b>135</b>
8.1 Grundlagen der Finiten Elemente .....	135
8.2 Das Verfahren der Numerischen Modalanalyse .....	145
8.3 Ein Beispiel für eine FEM-Berechnung .....	150
<b>9 Numerische Berechnung abgestrahlter Luftschallfelder</b>	<b>153</b>
9.1 Grundlagen des äußeren Abstrahlproblems .....	153
9.2 Akustische Finite Elemente Methode für endliche Außengebiete ..	156
9.3 Infinite ellipsoidale Elemente nach Burnett.....	159
9.4 Randelemente .....	168
9.5 Vergleich von Methoden zur Berechnung von Abstrahlproblemen .....	174
<b>10 Grundlagen der maschinenakustischen Meßtechnik</b>	<b>179</b>
10.1 Zielsetzungen maschinenakustischer Messungen .....	179
10.2 Maschinenakustisch relevante Meßgrößen .....	179
10.3 Die allgemeine maschinenakustische Meßkette .....	182
10.4 Sensoren .....	183
10.4.1 Luftschallsensoren .....	184
10.4.2 Körperschallsensoren .....	191
10.4.3 Kraftsensoren .....	207
10.4.4 Drucksensoren .....	209
10.4.5 Drehwinkelsensoren für Drehzahlen und Drehschwingungen .....	211
10.4.6 Schnittstellenstandards für Sensoren .....	211
10.5 Meßdatenerfassung .....	214
10.5.1 Grundlagen der Filtertechnik .....	214

---

10.5.2	Funktionsweise von Frequenzanalysatoren . . . . .	219
10.5.3	Praktische Aspekte der Diskreten Fourier-Transformation (DFT) . . . . .	224
10.5.4	Meßfunktionen der Fourier-Transformation . . . . .	230
10.6	Fehlerursachen maschinenakustischer Messungen . . . . .	238
<b>11</b>	<b>Meß- und Auswerteverfahren</b>	<b>241</b>
11.1	Schwingungsanregung technischer Strukturen . . . . .	243
11.1.1	Anregungssignale . . . . .	243
11.2	Geräte für die Schwingungsanregung . . . . .	249
11.2.1	Impulsanregungsgeräte . . . . .	249
11.2.2	Elektromagnetische Schwingerreger . . . . .	253
11.2.3	Elektrohydraulische Schwingerreger . . . . .	256
11.3	Ordnungsanalyse . . . . .	258
11.3.1	Zeitbasierte Frequenzanalyse . . . . .	258
11.3.2	Drehwinkelbasierte Frequenzanalyse mit variabler Abtastfrequenz . . . . .	260
11.3.3	Drehwinkelbasierte Frequenzanalyse mit konstanter Abtastfrequenz . . . . .	262
11.3.4	Weitere Analyseverfahren . . . . .	262
11.4	Experimentelle Modalanalyse . . . . .	268
11.4.1	Auswahl des Meßobjekts . . . . .	270
11.4.2	Festlegung der Randbedingungen für die Lagerung . . . . .	270
11.4.3	Diskretisierung des Meßobjektes . . . . .	270
11.4.4	Wahl der Anregungspunkte und Ausführung der Messungen . . . . .	273
11.4.5	Modellbildung . . . . .	275
11.4.6	Parameterschätzung . . . . .	278
11.4.7	Darstellung der Ergebnisse . . . . .	281
11.4.8	Vergleich der Experimentellen und der Numerischen Modalanalyse . . . . .	283
11.5	Betriebsschwingformanalyse . . . . .	286
11.5.1	Betriebsschwingformanalyse im Zeitbereich . . . . .	287
11.5.2	Betriebsschwingformanalyse im Frequenz- bzw. Ordnungsbereich . . . . .	287
11.6	Meßmethoden für die Luftschalleistung . . . . .	288
11.6.1	Grundlagen der Messung von Luftschall . . . . .	289
11.6.2	Schalldruckverfahren . . . . .	293
11.6.3	Schallintensitätsverfahren . . . . .	298
<b>12</b>	<b>Methoden für die Entwicklung lärmärmer Maschinen</b>	<b>307</b>
12.1	Einführung . . . . .	307
12.2	Anforderungen an konstruktive Maßnahmen zur Lärmreduktion . . . . .	308

12.3	Werkzeuge für die Entwicklung lärmärmer Maschinen . . . . .	309
12.4	Methodisches Vorgehen beim Ableiten und Umsetzen von Maßnahmen zur Lärminderung . . . . .	313
12.5	Allgemeine Maßnahmen für die Lärminderung von Maschinen . . . . .	317
12.6	Regeln für die Minderung von Schall . . . . .	319
12.6.1	Beeinflussung der Erregerkräfte . . . . .	319
12.6.2	Beeinflussung des Körperschallmaßes . . . . .	321
12.6.3	Beeinflussung des Abstrahlgrades . . . . .	323
<b>13</b>	<b>Ableitung von Maßnahmen zur Minderung von Geräuschen</b>	<b>327</b>
13.1	Anforderungen an konstruktive Maßnahmen zur Minderung von Geräuschen . . . . .	328
13.2	Schallentstehungskette . . . . .	329
13.3	Reduktion der Schallanregung . . . . .	330
13.3.1	Körperschallquellen . . . . .	330
13.3.2	Flüssigkeitschallquellen . . . . .	333
13.3.3	Luftschallquellen . . . . .	334
13.4	Reduktion der Schallübertragung . . . . .	335
13.4.1	Schalldämmung und Schalldämpfung . . . . .	335
13.4.2	Eigenschwingungsverhalten der Übertragungselemente . .	336
13.5	Reduktion der Schallabstrahlung . . . . .	338
13.6	Ein einfaches, systematisches Beispiel . . . . .	338
13.6.1	Untersuchte Varianten . . . . .	339
13.6.2	Ergebnisse der durchgeföhrten Schalleistungsberechnungen . . . . .	341
13.7	Typische Anregungs- und Resonanzfrequenzen . . . . .	349
<b>Literatur</b>		<b>353</b>
<b>Sachverzeichnis</b>		<b>357</b>