

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> . . . . .	5	3.1.3. Membranen . . . . .	43
<b>Verwendete Formelzeichen</b> . . . . .	8	3.1.4. Platten . . . . .	44
<b>Allgemeines</b> . . . . .	10	3.1.5. Schwingende Luftsäulen . . . . .	45
<b>1. Physikalische Grundbegriffe</b> . . . . .	11	3.1.6. Sirenen . . . . .	46
1.1. Größen . . . . .	11	3.1.7. Schneiden- und Hiebtonerzeuger . . . . .	46
1.2. Einheiten . . . . .	11	3.2. Die menschliche Stimme . . . . .	47
1.3. Internationales Einheitensystem . . . . .	12	3.3. Elektrische Schallsender . . . . .	48
1.4. Verhältnisgrößen und Pegel . . . . .	12	3.3. Thermische Schallsender . . . . .	48
1.5. Schwingungslehre . . . . .	15	3.4. Die verschiedenen Möglichkeiten der Schallerzeugung . . . . .	49
1.5.1. Einfache periodische Schwingungen . . . . .	15	<b>4. Die Schallausbreitung</b> . . . . .	50
1.5.2. Überlagerung von Schwingungen . . . . .	17	4.1. Grundsätzliches zur Schallabstrahlung . . . . .	50
1.5.3. Grundelemente mechanischer Schwingungsgebilde . . . . .	21	4.1.1. Kugelstrahler . . . . .	50
1.5.4. Freie und erzwungene Schwingungen . . . . .	21	4.1.2. Kolbenstrahler . . . . .	50
1.5.5. Resonanzkurve . . . . .	23	4.1.3. Strahlungsimpedanz . . . . .	51
1.5.6. Nichtperiodische Schwingungen . . . . .	24	4.1.4. Richtwirkung . . . . .	53
<b>2. Schall und Schallfeld</b> . . . . .	25	4.2. Wissenswertes über die Schallausbreitung . . . . .	55
2.1. Schall . . . . .	25	4.2.1. Die Wellengleichung . . . . .	55
2.1.1. Luftschall . . . . .	25	4.2.2. Gestörte Schallausbreitung . . . . .	57
2.1.2. Körperschall und Flüssigkeitsschall . . . . .	26	4.2.3. Schalldämmung und Schallabsorption . . . . .	59
2.1.3. Wellenarten . . . . .	27	4.2.4. Dopplereffekt . . . . .	61
2.2. Schallfeldgrößen . . . . .	28	<b>5. Schallvorgänge in geschlossenen Räumen und in akustischen Leitungen</b> . . . . .	63
2.2.1. Schalldruck . . . . .	29	5.1. Stehende Wellen . . . . .	63
2.2.2. Schallschnelle . . . . .	31	5.2. Der Rechteckraum . . . . .	65
2.3. Schallfluß . . . . .	32	5.3. Der Nachhall . . . . .	66
2.4. Schallkennimpedanz . . . . .	32	5.4. Akustische Leitungen . . . . .	67
2.4.1. Mechanische Impedanz . . . . .	33	5.4.1. Schalleitung in Rohren . . . . .	67
2.4.2. Akustische Impedanz . . . . .	33	5.4.2. Das Smith-Diagramm . . . . .	71
2.5. Schallgeschwindigkeit . . . . .	33	5.4.3. Das Kundtsche Rohr . . . . .	73
2.6. Energieinhalt des Schallfeldes . . . . .	35	<b>6. Elektromechanische Analogien</b> . . . . .	75
2.6.1. Schallintensität . . . . .	35	6.1. Elektrische Energiespeicher und -verbraucher . . . . .	75
2.6.2. Schalleistung . . . . .	35	6.2. Mechanische Energiespeicher und -verbraucher . . . . .	76
2.6.3. Schalldichte . . . . .	35	6.3. Elektromechanische Analogien . . . . .	76
2.6.4. Schallstrahlungsdruck . . . . .	36	6.4. Einfache mechanische Schwingungsgebilde . . . . .	77
2.7. Ton und Klang . . . . .	36	6.4.1. Mechanischer Parallel-Schwingkreis . . . . .	78
2.7.1. Ton . . . . .	36	6.4.2. Mechanischer Reihen-Schwingkreis . . . . .	79
2.7.2. Klang . . . . .	36	6.4.3. Die elektromechanischen Analogien bei mechanischen Schwingkreisen . . . . .	80
2.7.3. Musikalische Empfindung und Tonleiter . . . . .	37	6.4.4. Die Kreisgüte mechanischer Schwingkreise . . . . .	80
2.7.4. Tonarten . . . . .	38	6.5. In der Praxis vorkommende Schwingungsgebilde . . . . .	81
2.7.5. Chromatische Tonleiter . . . . .	38		
2.7.6. Frequenzmaß . . . . .	39		
2.7.7. Frequenzpegel . . . . .	39		
<b>3. Schallerzeugung</b> . . . . .	40		
3.1. Mechanische Schallsender . . . . .	40		
3.1.1. Schwingende Saiten . . . . .	40		
3.1.2. Schwingende Stäbe und Zungen . . . . .	41		

6.5.1.	Tonpilz . . . . .	81	10.3.4. Wiedergabe . . . . .	145
6.5.2.	Tonraum . . . . .	82	10.3.5. Entzerrung des Frequenzganges . . . . .	145
6.5.3.	Helmholtz-Resonator . . . . .	84	<b>11. Lärmbekämpfung und Schallschutz .</b> . . . . .	146
6.5.4.	Akustische Siebbetten . . . . .	84	11.1. Lärm und Lärmbekämpfung . . . . .	146
6.5.5.	Konstruktion von elektrischen Ersatzschaltungen für umfangreichere mechanische Schwingungsgebilde – erläutert an einem praktischen Beispiel	85	11.2. Schallschutz . . . . .	148
7.	<b>Elektroakustische Wandler .</b> . . . . .	87	11.3. Persönlicher Schallschutz . . . . .	148
7.1.	Einteilung der elektroakustischen Wandler . . . . .	87	11.4. Gehörschutz durch aktive Lärmkompen-sation . . . . .	150
7.2.	Wandler-Prinzipie reversibler Schallwandler . . . . .	88	<b>12. Ultraschall .</b> . . . . .	153
7.2.1.	Elektromagnetische Wandler . . . . .	88	12.1. Erzeugung von Ultraschall . . . . .	153
7.2.2.	Elektrodynamische Wandler . . . . .	89	12.1.1. Mechanische Ultraschallerzeugung . . . . .	153
7.2.3.	Magnetostriktive Wandler . . . . .	92	12.1.2. Thermische Ultraschallerzeugung . . . . .	155
7.2.4.	Elektrostatische Wandler . . . . .	93	12.1.3. Elektrische Ultraschallerzeugung . . . . .	155
7.2.5.	Piezoelektrische Wandler . . . . .	96	12.2. Ultraschallwirkungen . . . . .	157
7.2.6.	Zusammenfassung der Gesetzmäßigkeiten der verschiedenen Wandler-Prinzipien . . . . .	98	12.2.1. Mechanische Wirkungen . . . . .	157
7.3.	Der elektroakustische Übertragungsfaktor . . . . .	99	12.2.2. Kavitation . . . . .	157
7.4.	Miniatur-Schallwandler und ihre Übertragungseigenschaften . . . . .	100	12.2.3. Thermische Wirkungen . . . . .	158
8.	<b>Akustische Meßtechnik .</b> . . . . .	104	12.2.4. Chemische Wirkungen . . . . .	158
8.1.	Messung von Luftschall . . . . .	104	12.3. Praktische Anwendungen des Ultraschalls . . . . .	158
8.1.1.	Rayleigh-Scheibe . . . . .	104	12.3.1. Ultraschall in Physik und Technik . . . . .	158
8.1.2.	Messung des Schalldruckpegels . . . . .	105	12.3.2. Ultraschall in der Biologie . . . . .	159
8.1.3.	Mikrofonkalibrierung . . . . .	108	12.3.3. Ultraschall in der Medizin . . . . .	159
8.1.4.	Akustische Meßräume . . . . .	111	<b>13. Bauakustik .</b> . . . . .	161
8.1.5.	Schallanalyse . . . . .	112	13.1. Die Übertragung von Schall in Gebäuden . . . . .	161
8.1.6.	Korrelationsmeßtechnik . . . . .	116	13.2. Die Luftschalldämmung und ihre meßtechnische Bestimmung . . . . .	161
8.2.	Messung von Körperschall . . . . .	120	13.3. Die Trittschalldämmung und ihre meßtechnische Bestimmung . . . . .	164
9.	<b>Physiologische Akustik .</b> . . . . .	122	13.4. Grundsätzliche Möglichkeiten für eine Verbesserung des Schallschutzes in Gebäuden . . . . .	166
9.1.	Aufbau und Funktion des Gehörs . . . . .	122	13.4.1. Luftschallschutz . . . . .	166
9.2.	Hörschwelle und Schmerzempfindungsschwelle . . . . .	124	13.4.2. Trittschallschutz . . . . .	167
9.3.	Lautstärke und Lautheit . . . . .	125	13.5. Außenlärm und maßgeblicher Außenlärmpegel . . . . .	168
9.4.	Mithörschwelle . . . . .	127	13.6. Ortung von störenden Geräuschquellen in dicht bewohnten Stadtgebieten	169
9.5.	Knochenschall . . . . .	128	<b>14. Schallabsorber und Schalldämpfer .</b> . . . . .	170
9.6.	Die Audiometrie . . . . .	129	14.1. Schallabsorber . . . . .	171
9.6.1.	Tonaudiometrie . . . . .	129	14.1.1. Schmalbandig wirksame Schallabsorber . . . . .	171
9.6.2.	Sprachaudiometrie . . . . .	130	14.1.2. Breitbandig wirksame poröse und faserige Schallabsorber . . . . .	175
9.7.	Hörgeräte . . . . .	132	14.2. Schalldämpfer . . . . .	178
9.8.	Stereofonie . . . . .	134	<b>15. Anhang .</b> . . . . .	179
10.	<b>Schallaufzeichnung .</b> . . . . .	137	<b>16. Literaturverzeichnis .</b> . . . . .	183
10.1.	Nadelton-Verfahren . . . . .	137	16.1. Bücher . . . . .	183
10.2.	Lichtton-Verfahren . . . . .	139	16.2. Zeitschriften und Periodika . . . . .	184
10.3.	Magnetton-Verfahren . . . . .	141	16.3. Zeitschriftenbeiträge . . . . .	184
10.3.1.	Prinzipielle Funktionsweise . . . . .	141	16.4. Normen, Richtlinien und Vorschriften	185
10.3.2.	Löschtung . . . . .	142	<b>Stichwortverzeichnis .</b> . . . . .	186
10.3.3.	Aufnahme mit HF-Vormagnetisierung	143		