

RAUM- UND BAUAKUSTIK LÄRMABWEHR

VON

WILLI FURRER

Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich

UND

ANSELM LAUBER

Dozent an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich
Vorstand der Abteilung «Akustik und Lärmbekämpfung»
der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Versuchsanstalt, Dübendorf ZH

Dritte, durchgesehene und erweiterte Auflage



1972

BIRKHÄUSER VERLAG BASEL
UND STUTTGART

Inhaltsverzeichnis

I. Akustische Grundbegriffe und Daten

1.	<i>Das Schallfeld</i>	11
	Der Schalldruck	11
	Die Frequenz	13
	Die Schallschnelle	14
	Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit	14
	Die Wellenlänge	15
2.	<i>Die Schallerzeugung</i>	16
	Luftschall und Körperschall	17
3.	<i>Die Schallausbreitung im Freien</i>	19
	Geometrische Ausbreitungsdämpfungen	19
	Zusätzliche Ausbreitungsdämpfungen	21
	Natürliche und künstliche Hindernisse	23
	Wind und Temperatur	25
4.	<i>Die Schallvorgänge</i>	27
	Der Ton	27
	Der Klang	28
	Das Geräusch	29
	Der Überschallknall	31
	Schallanalysen	32
5.	<i>Die Schallempfindung</i>	35
	Die Eigenschaften des Ohres	35
	Die Bewertung der subjektiven Empfindung: PHON-SON	37
	Die Berechnung der Lautstärke aus Schallanalysen	41
	Der «Perceived Noise Level»	44
	Die Schallbelastung	45
6.	<i>Die Schallpegel</i>	46
	Der Schallpegelmesser	46
	Schallpegelkatalog	48
	Allgemeine Übersicht	48
	Fluglärm	48
	Industrie- und Baulärm	51
	Strassenlärm	52
	Die Autostrasse als Störquelle	54
	Wohn- und Arbeitslärm	58
	Eisenbahnlärm	61
	Brummen von Transformatoren	62

7. <i>Die Lästigkeit, Grenzwerte und Vorschriften.</i>	64
Grenzwerte.	66
ISO-Empfehlungen.	66
Zulässige Störpegel.	68
Sondervorschriften.	69
Strassenlärm.	69
Luftkonditionierungs- und Ventilationsanlagen.	71
Wohnlärm.	72
Baulärm.	73
Brummen von Transformatoren.	73
Schliesslärm.	74
Maximal zulässige Störgeräusche und typische Eigengeräusche in Räumen	75

II. Raumakustik

1. <i>Theoretische Grundlagen.</i>	77	"
Geometrische Raumakustik.	77	
Statistische Raumakustik.	78	
Wellentheoretische Raumakustik.	82	
2. <i>Die akustische Absorption.</i>	86	*
Einleitung und Grundbegriffe.	86	
Die poröse Schicht.	88	
Beispiele poröser Schichten.	90	jj
Einfluss eines Luftzwischenraumes.	90	J
Einfluss von Farbanstrichen.	91	
Extrem hohe Absorption für reflexionsfreie Räume.	91	
Synthetische Schaumstoffe.	92	
Die poröse Schicht mit perforierter Abdeckung.	93	
Die Akustikplatte.	94	.
Die schwingungsfähige Membran oder Platte.	96	f
Der Resonator.	97	
Beispiele von Absorptionskoeffizienten.	98	%
Absorption von Publikum und Bestuhlung.	99	"
3. <i>Grundlagen für die praktische Dimensionierung von Räumen.</i>	101	
Das Volumen.	101	
Die Form.	102	
Die Diffusität.	108	
Die Nachhallzeit.	112	
Sprechakustik.	112	
Musikakustik.	113	
Beispiele von Nachhallzeitberechnungen.	117	
Konzertsaal.	117	
Kino.	118	
Kirche.	119	
4. <i>Raumakustische Messtechnik.</i>	119	
Nachhallmessungen.	119	
Modellversuche.	121	
Messung des Absorptionskoeffizienten.	124	
Rohrmessung.	125	

Hallraummessung	126
Vergleich	128
Messung der Diffusität	128
5. <i>Der Entwurf von Räumen</i>	130
Schulzimmer	130
Aula, Singsaal, Kirchgemeindesaal	131
Singsaal im Schulhaus Murifeld, Bern	134
Farel-Saal, Biel	135
Hörsaal	136
Grosser Physikhörsaal der ETH, Zürich	138
Physikhörsaal der Universität Zürich	140
Grosses Auditorium	142
Auditorium im Metropolitan Museum of Art, New York	142
Kresge-Auditorium M.I.T., Cambridge, Mass.	144
Turnhalle	144
Parlament	145
Nationalratssaal, Bern	145
Grossratssaal, Bern	147
«House chamber» und «Senate chamber», Washington, DC	147
Konzertsaal	149
Musiksaal, Basel	150
Konzertsaal «Musica», La Chaux-de-Fonds	152
Konzertsaal in Turku, Finnland	155
Royal Festival Hall, London	158
Theater	161
Teatro alla Scala, Milano	163
Kurtheater, Baden	165
Théâtre de Beaulieu, Lausanne	168
Hall Memorial Auditorium, Oberlin, Ohio	170
Kirche	170
Markuskirche, Bern	175
Stephanuskirche, Bern	177
Evangelische Kirche, Kloten	178
Kino	179
Kino Ostermundigen bei Bern	180
Kino «Ariston», Bellinzona	181
Kino «Studio 4», Zürich	183
Radio-, Aufnahme- und Fernsehstudios	184
Grosse Mehrzweckräume (Kongresse, Varietes usw.)	187
Radio City Music Hall, New York	187
Kongresshalle, Mustermesse Basel	187
Kursaal Bern	190
Musikpavillon	195
Musikpavillon Ettelbruck, Luxemburg	196

III. Bauakustik und Lärmabwehr

1. <i>Luftschalldämmung</i>	197
Einleitung und Grundbegriffe	197
Unterschied zwischen Absorption und Schalldämmung	198
Wege der Schallübertragung	199
Messung der Luftschalldämmung	199

	Beschreibung der Luftschallisolation eines Bauelementes	202	
	Einschalige Konstruktionen	204	
	Zweischalige Konstruktionen	215	;
	Systeme mit verschiedenen Schallisolationen	221	'
	Türen	222	
	Fenster	225	'
	Kanäle und Öffnungen	226	;
	Ventilationskanäle	227	;
	Kleine Öffnungen	229	\
2.	<i>Körper</i> <i>Schalldämmung</i>	230	\
	Einleitung und Grundbegriffe	230	r
	Messung von Körperschalldämmstoffen	231	
	Wahl eines geeigneten Körperschalldämmstoffes	237	t,
	Bestimmung der Resonanzfrequenz aus der Einfederung	240	
	Die Isolierung von Maschinen und Apparaten	241	
	Die Isolierung von Decken gegen den Trittschall	243	
	Wege der Trittschallübertragung	243	
	Messung des Trittschalls	244	/
	Beschreibung der Trittschallisolation einer Decke	246	
	Weiche Gehbeläge und schwimmende Böden	248	
3.	<i>Lärmabwehr in Gebäuden</i>	253	
	Einleitung	253	,
	Lärm der Umgebung	254	
	Grundrissgestaltung	256	
	Mindestwerte für die Luft- und Trittschallisolationen	258	-v
	Schweiz	258	
	Deutschland (BRD)	260	
	Österreich	260	
	Frankreich	260	
	United Kingdom	261	
	USA	261	
	Niederlande	262	.
	Dänemark und Skandinavien	262	
	Grenzwerte für die Geräusche von haustechnischen Installationen und gewerblichen Anlagen	263	
	Lärm in Wasserleitungen und sanitären Anlagen	264	'
	Lärm von Kaminen und Küchen	267	*
	Lärm von Aufzügen	267	
4.	<i>Sonderfälle</i>	268	
	Hotel	268	;
	Kegelbahn	270	
	Spital	270	^
	Schulhaus	272	
	Geschäftshaus	273	
	Fabriksaal, Maschinenraum	274	