

Akustik und musikalische Aufführungspraxis

**Leitfaden für
Akustiker,
Tonmeister,
Musiker,
Instrumentenbauer
und
Architekten**

**4., überarbeitete
Auflage**

**Verlag Erwin Bochinsky
Frankfurt am Main**

B

Inhalt

	Vorwort zur dritten Auflage	10
	Vorwort zur zweiten Auflage	11
	Vorwort zur ersten Auflage	12
1. Einführung in die Akustik	1.1. Physikalische Grundbegriffe	13
	1.1.1. Der Schalldruck	13
	1.1.2. Die Schallschnelle	13
	1.1.3. Die Schalleistung	14
	1.1.4. Die Frequenz	15
	1.1.5. Die Schallgeschwindigkeit	15
	1.1.6. Die Wellenlänge	15
	1.2. Eigenschaften des Gehörs	16
	1.2.1. Die Lautstärkeempfindung	16
	1.2.2. Der Verdeckungseffekt	19
	1.2.3. Die Richtcharakteristik	21
	1.2.4. Das Richtungshören	22
	1.2.5. Der Cocktailparty-Effekt	23
	1.2.6. Der Verdeckungseffekt beim Musiker	24
	1.2.7. Die Empfindlichkeit für Frequenz- und Schallpegelschwankungen	26
2. Das musikalische Klangbild	2.1. Modellvorstellung	27
	2.2. Frequenz- und Pegelstrukturen	29
	2.2.1. Der Teiltonaufbau der Klangspektren	29
	2.2.2. Der Frequenzumfang der Klangspektren	31
	2.2.3. Die Formanten	33
	2.2.4. Die Wirkung einzelner Teiltöne	34
	2.2.5. Die Frequenzbreite der Teiltöne	35
	2.2.6. Die Geräuschanteile	35
	2.2.7. Dynamik und Klangspektren	36
	2.2.8. Dynamikumfang und Schalleistung	37
	2.3. Zeitstrukturen	38
	2.3.1. Unstetigkeiten im Schwingungsvorgang	38
	2.3.2. Die Einschwingzeit	39
	2.3.3. Unharmonische Komponenten	41
	2.3.4. Das Ausschwingen von Resonanzsystemen	42
	2.3.5. Nachklingdauer und Nachklingzeit	42
	2.3.6. Schwankungen im quasistationären Teil	43
3. Die Klangeigenarten der Musikinstrumente	3.1. Blechblasinstrumente	45
	3.1.1. Horn	45
	3.1.1.1. Klangspektren	45
	3.1.1.2. Dynamik	46
	3.1.1.3. Zeitstruktur des Klanges	47
	3.1.1.4. Spezielle Spielweisen	47
	3.1.1.5. Hörner besonderer Bauweise	49
	3.1.1.6. Historische Hörner	50
	3.1.2. Trompete	51
	3.1.2.1. Klangspektren	51
	3.1.2.2. Dynamik	52
	3.1.2.3. Zeitstruktur des Klanges	52
	3.1.2.4. Dämpfer	53
	3.1.2.5. Trompeten anderer Stimmlagen	53
	3.1.2.6. Die Clarine	54

3.1.3.	Posaune	54
3.1.3.1.	Klangspektren	54
3.1.3.2.	Dynamik	55
3.1.3.3.	Zeitstruktur des Klanges	55
3.1.3.4.	Baßposaune	57
3.1.4.	Tuba	57
3.1.4.1.	Klangspektren	57
3.1.4.2.	Dynamik	58
3.1.4.3.	Zeitstruktur des Klanges	58
	3.2. Holzblasinstrumente	59
3.2.1.	Flöte	59
3.2.1.1.	Klangspektren	59
3.2.1.2.	Dynamik	60
3.2.1.3.	Zeitstruktur des Klanges	60
3.2.1.4.	Piccolo-Flöte	62
3.2.2.	Oboe	62
3.2.2.1.	Klangspektren	62
3.2.2.2.	Dynamik	63
3.2.2.3.	Zeitstruktur des Klanges	64
3.2.2.4.	Englischhorn und Heckelphon	64
3.2.3.	Klarinette	65
3.2.3.1.	Klangspektren	65
3.2.3.2.	Dynamik	66
3.2.3.3.	Zeitstruktur des Klanges	67
3.2.3.4.	Klarinetten verschiedener Stimmlagen	67
3.2.4.	Fagott	68
3.2.4.1.	Klangspektren	68
3.2.4.2.	Dynamik	69
3.2.4.3.	Zeitstruktur des Klanges	70
3.2.4.4.	Französische Fagotte	71
3.2.4.5.	Historische Fagotte	72
3.2.4.6.	Kontrafagott	72
	3.3. Streichinstrumente	73
3.3.1.	Violine	73
3.3.1.1.	Klangspektren	73
3.3.1.2.	Dynamik	76
3.3.1.3.	Zeitstruktur des Klanges	77
3.3.1.4.	Spezielle Spielweisen	78
3.3.2.	Viola	80
3.3.2.1.	Klangspektren	80
3.3.2.2.	Dynamik	81
3.3.2.3.	Zeitstruktur des Klanges	81
3.3.2.4.	Pizzicato	81
3.3.2.5.	Viola d'amore	82
3.3.3.	Violoncello	82
3.3.3.1.	Klangspektren	82
3.3.3.2.	Dynamik	83
3.3.3.3.	Zeitstruktur des Klanges	83
3.3.3.4.	Pizzicato	84
3.3.4.	Kontrabaß	84
3.3.4.1.	Klangspektren	84
3.3.4.2.	Dynamik	85
3.3.4.3.	Zeitstruktur des Klanges	85
3.3.4.4.	Pizzicato	86

3.4.	Klavier	86
3.4.1.	Klangspektren	86
3.4.2.	Dynamik	88
3.4.3.	Zeitstruktur des Klanges	88
3.5.	Cembalo	93
3.5.1.	Klangspektren	93
3.5.2.	Dynamik	93
3.5.3.	Zeitstruktur des Klanges	94
3.6.	Harfe	95
3.6.1.	Klangspektren	95
3.6.2.	Dynamik	95
3.6.3.	Zeitstruktur des Klanges	95
3.7.	Schlaginstrumente	96
3.7.1.	Pauke	96
3.7.2.	Große Trommel	97
3.7.3.	Kleine Trommel	99
3.7.4.	Gong	99
3.7.5.	Becken	100
3.7.6.	Triangel	101
3.8.	Gesangsstimme	102
3.8.1.	Klangspektren	102
3.8.2.	Dynamik	102
3.8.3.	Zeitstruktur des Klanges	103
3.8.4.	Chorgesang	104
4.	Die Richtcharakteristiken der Musikinstrumente	
4.1.	Grundlagen der gerichteten Schallabstrahlung	107
4.1.1.	Richtwirkung und Polardiagramme	107
4.1.2.	Auswertung und Darstellung	108
4.2.	Blechblasinstrumente	110
4.2.1.	Trompete	110
4.2.2.	Posaune	112
4.2.3.	Tuba	113
4.2.4.	Horn	113
4.3.	Holzblasinstrumente	116
4.3.1.	Flöte	116
4.3.2.	Oboe	119
4.3.3.	Klarinette	120
4.3.4.	Fagott	122
4.4.	Streichinstrumente	122
4.4.1.	Allgemeine Gesichtspunkte	122
4.4.2.	Violine	126
4.4.3.	Viola	128
4.4.4.	Violoncello	130
4.4.5.	Kontrabaß	131
4.5.	Flügel	132
4.5.1.	Flügeldeckel offen	132
4.5.2.	Flügeldeckel geschlossen	135
4.5.3.	Flügeldeckel halboffen	135
4.5.4.	Flügeldeckel abgenommen	135
4.5.5.	Cembalo	136

	4.6. Harfe	136
	4.7. Schlaginstrumente	137
4.7.1.	Pauke	137
4.7.2.	Trommel	138
4.7.3.	Gong	140
	4.8. Gesangsstimme	141
5. Grundlagen der Raumakustik	5.1. Reflexion und Beugung	143
5.1.1.	Reflexion an ebenen Flächen	143
5.1.2.	Reflexion an gewölbten Flächen	143
5.1.3.	Einfluß der Wellenlänge	144
	5.2. Absorption	147
	5.3. Der Nachhall	148
	5.4. Direktschall und statistisches Feld	150
5.4.1.	Die Energiedichte	150
5.4.2.	Der Direktschall	151
5.4.3.	Der Hallabstand	153
	5.5. Der zeitliche Aufbau des Schallfeldes	155
6. Akustische Eigenschaften alter und neuer Aufführungsstätten	6.1. Konzertsäle	159
6.1.1.	Klangliche Anforderungen	159
6.1.2.	Nachhallzeit und Raumgröße	161
6.1.3.	Schallfeld und Raumform	168
6.1.4.	Akustische Verhältnisse auf dem Podium	174
6.1.5.	Die Position des Dirigenten	181
	6.2. Opernhäuser	183
6.2.1.	Nachhallzeit und Raumgröße	183
6.2.2.	Direktschall und frühe Reflexionen	186
	6.3. Kirchen	190
	6.4. Kammermusikräume	193
	6.5. Studioräume	196
	6.6. Spezialräume	197
	6.7. Freiluft-Bühnen	199
7. Die Sitzordnung im Konzertsaal	7.1. Die üblichen Arten der Orchesteraufstellung	203
	7.2. Die klangliche Wirkung im Raum	210
7.2.1.	Streichinstrumente	210
7.2.1.1.	Violinen	210
7.2.1.2.	Bratschen	214
7.2.1.3.	Violoncelli	215
7.2.1.4.	Kontrabässe	220
7.2.1.5.	Gesamtklang der Streichergruppe	223
7.2.2.	Holzblasinstrumente	226
7.2.2.1.	Flöten	226
7.2.2.2.	Oboen	228
7.2.2.3.	Klarinetten	230
7.2.2.4.	Fagotte	231
7.2.2.5.	Gesamtklang der Holzbläsergruppe	233

7.2.3.	Blechblasinstrumente	234
7.3.3.1.	Hörner	234
7.2.3.2.	Trompeten	239
7.2.3.3.	Posaunen	244
7.2.3.4.	Tuben	246
7.2.3.5.	Gesamtklang der Blechbläsergruppe	248
7.2.4.	Pauken	248
7.2.5.	Flügel	249
7.2.6.	Harfe	252
7.2.7.	Gesamtklang des Orchesters	253
7.2.7.1.	Die Balance zwischen den Instrumentengruppen	253
7.2.7.2.	Neuartige Sitzordnungen	260
7.2.7.3.	Räumliche Effekte	261
7.2.8.	Gesangsstimmen	263
7.2.8.1.	Chor	263
7.2.8.2.	Solisten	264
8. Akustische Gesichtspunkte für Besetzung und Spielweise		
	8.1. Stärke der Besetzung	267
8.1.1.	Historische Entwicklung	267
8.1.2.	Anpassung an den Raum	269
	8.2. Dynamik	276
	8.3. Spieltechnik	284
8.3.1.	Artikulation und Tongebung	284
8.3.2.	Vibrato	289
8.3.3.	Haltung der Blasinstrumente	292
	8.4. Tempo und Raumakustik	295
9. Akustische Probleme im Opernhaus		
	9.1. Besetzungsstärke des Orchesters	299
9.1.1.	Historische Entwicklung	299
9.1.2.	Schallpegel im Zuschauerraum	299
9.1.3.	Schallpegel im Orchestergraben	302
	9.2. Sitzordnung im Orchestergraben	303
9.2.1.	Die üblichen Arten der Orchesteraufstellung	303
9.2.2.	Die klangliche Wirkung im Raum	305
	9.3. Balance zwischen Sänger und Orchester	309
	9.4. Aufstellung von Chor und Bühnenmusik	313
9.4.1.	Musiker auf der Szene	313
9.4.2.	Musiker hinter der Szene	314
	Farbtafeln	318
	Anhang: Tabellen für den statistischen Richtfaktor	323
	Schrifttum	324
	Namen- und Werkverzeichnis	333
	Sachwortverzeichnis	337