

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Raumakustische Grundlagen</b>	<b>11</b>
1.1	Das Schallfeld	11
1.1.1	Abschätzung der Wellenlänge	14
1.1.2	Zeitverlauf und Spektrum	14
1.1.3	Pegelrechnung	16
1.2	Schallausbreitung	17
1.2.1	Interferenz	17
1.2.2	Reflexion und Beugung	19
1.3	Schall in Räumen	20
1.3.1	Das „Raumsignal“: Reflexionen und Nachhall	20
1.3.2	Direktschall und Diffusschall	22
1.3.3	Eigenfrequenzen des Raumes (stehende Wellen)	23
1.3.4	Der Klang eines Raumes	24
<b>2</b>	<b>Psychoakustische Grundlagen</b>	<b>25</b>
2.1	Schallfeld und Wahrnehmung	25
2.1.1	Pegel- und Tonhöhenwahrnehmung	25
2.1.2	Die Hörfläche	26
2.2	Räumliches Hören	28
2.2.1	Richtungshören	28
2.2.2	Entfernungshören	29
2.3	Grundlagen von Stereophonie und Surroundtechnik	29
2.3.1	Phantomschallquellen	30
2.3.2	Raum- und kopfbezügliche Stereophonie	31
2.3.3	Drei Möglichkeiten der stereofonen Aufzeichnung	31
<b>3</b>	<b>Schallwandler</b>	<b>32</b>
3.1	Kapselkonstruktionen	33
3.1.1	Der Druckempfänger	33
3.1.2	Der Gradientenempfänger	35
3.1.3	Akustische Störeffekte	38
3.2	Elektromechanische Wandlung	42
3.2.1	Elektrodynamisch: Das dynamische Mikrofon	42
3.2.2	Elektrostatisch (kapazitiv): Das Kondensatormikrofon	45
3.2.3	Andere Wandler	50

## Inhaltsverzeichnis

3.3	Frequenzabhängigkeiten am Mikrofon . . . . .	52
3.3.1	Mechanische Frequenzabhängigkeiten . . . . .	53
3.3.2	Elektrische Frequenzabhängigkeiten . . . . .	55
3.3.3	Resultierende Frequenzgänge . . . . .	55
<b>4</b>	<b>Mikrofonbau</b> . . . . .	<b>58</b>
4.1	Dynamische Mikrofone . . . . .	58
4.1.1	Kapselbauweisen . . . . .	58
4.1.2	Bühnen–Gesangsmikrofone . . . . .	63
4.1.3	Instrumentalmikrofone . . . . .	64
4.1.4	Dynamische Druckempfänger . . . . .	64
4.2	Kondensatormikrofone . . . . .	64
4.2.1	Kapselbauweisen . . . . .	65
4.2.2	Entzerrerschaltungen und Vordämpfung . . . . .	70
4.2.3	Impedanzwandler – Röhre und Transistor . . . . .	71
4.2.4	Kleinmembran–Modulsysteme . . . . .	73
4.2.5	Studiomikrofone mit umschaltbarer Richtcharakteristik . . . . .	74
4.2.6	Solisten– und Bühnensmikrofone . . . . .	77
4.2.7	Ansteck– und andere Miniaturmikrofone . . . . .	78
4.3	Digitale Mikrofone . . . . .	79
4.4	Besondere Konstruktionen . . . . .	81
4.4.1	Mikrofone mit akustischer Frequenzgangverzerrung . . . . .	81
4.4.2	Grenzflächenmikrofone . . . . .	82
4.4.3	Richtrohrmikrofone . . . . .	84
4.4.4	Mikrofonarrays . . . . .	86
<b>5</b>	<b>Stereo– und Surroundmikrofone</b> . . . . .	<b>89</b>
5.1	Mehrkanalige Formate . . . . .	89
5.1.1	Stereoformate . . . . .	90
5.1.2	Surroundformate . . . . .	92
5.2	Aufnahme mit mehrkanaligen Mikrofonen . . . . .	94
5.2.1	Räumliche Abbildung . . . . .	95
5.2.2	Direktschall, Diffusschall und Hallbalance . . . . .	96
5.3	Intensitätsstereofonie und Koinzidenzmikrofone . . . . .	97
5.3.1	XY–Stereomikrofon . . . . .	99
5.3.2	MS–Stereomikrofon . . . . .	100
5.3.3	Blumlein–Anordnung (gekreuzte Achten) . . . . .	104
5.3.4	Koinzidenzmikrofone für Surround–Aufnahmen . . . . .	105
5.3.5	Jenseits von Surround: Ambisonic, Soundfield, B–Format . . . . .	107
5.4	Laufzeitstereofonie und AB–Mikrofone . . . . .	109
5.4.1	AB–Anordnungen . . . . .	111
5.4.2	AB–Anordnungen für Surround . . . . .	113
5.4.3	Dreipunkt–AB, Decca– und Fukada–Tree . . . . .	113
5.5	Äquivalenz–Stereofonie und Äquivalenzmikrofone . . . . .	115
5.5.1	Äquivalenzmikrofone für Stereo: ORTF, NOS und andere . . . . .	117

5.5.2	Äquivalenzmikrofone für Surround: INA, OCT und andere . . . . .	119
5.5.3	Surround im Raum: Hamasaki-Square und IRT-Kreuz . . . . .	122
5.5.4	Trennkörpermikrofone und Kunstkopf . . . . .	124
<b>6</b>	<b>Anschluss-technik und Zubehör</b>	<b>129</b>
6.1	Symmetrische und unsymmetrische Leitungen . . . . .	129
6.1.1	Symmetrierung . . . . .	131
6.1.2	Anschlussnormen . . . . .	132
6.2	Impedanzanpassung . . . . .	134
6.3	Digitale Anschlüsse: AES3 und AES42 . . . . .	135
6.4	Phantomspannung, DPP, Tonaderspeisung . . . . .	137
6.5	Drahtlose Übertragung . . . . .	138
6.5.1	Grundlagen . . . . .	139
6.5.2	Sendefrequenzen . . . . .	140
6.5.3	Sender- und Empfängertechnik . . . . .	142
6.6	Zubehör . . . . .	144
6.7	Nützliche Adapter . . . . .	149
<b>7</b>	<b>Technische Daten</b>	<b>151</b>
7.1	Der Mikrofon-Messplatz . . . . .	151
7.1.1	Messmikrofon und Kalibrierschallquellen . . . . .	151
7.1.2	Signalgenerator, Filter, Pegelschreiber . . . . .	152
7.1.3	Digitale Messplätze . . . . .	154
7.1.4	Messschallquellen . . . . .	155
7.1.5	Messräume und -kammern . . . . .	158
7.2	Angaben im Datenblatt und andere Messungen . . . . .	159
7.2.1	Frequenzgang . . . . .	159
7.2.2	Übertragungsbereich . . . . .	161
7.2.3	Richtcharakteristik . . . . .	161
7.2.4	Nennimpedanz . . . . .	164
7.2.5	Nenn-Abschlusswiderstand . . . . .	165
7.2.6	Übertragungsfaktor . . . . .	165
7.2.7	Fremdspannung . . . . .	166
7.2.8	Ersatzgeräuschpegel . . . . .	167
7.2.9	Geräuschspannungsabstand . . . . .	169
7.2.10	Nichtlineare Verzerrungen . . . . .	169
7.2.11	Grenzschalldruckpegel . . . . .	171
7.2.12	Effektive Dynamik . . . . .	172
7.2.13	Wind- und Popempfindlichkeit . . . . .	173
7.2.14	Impulsverhalten . . . . .	173
<b>8</b>	<b>Studiotechnik</b>	<b>175</b>
8.1	Mikrofonauswahl . . . . .	176
8.2	Anforderungen an die Produktionsräume . . . . .	178
8.2.1	Aufnahmerraum . . . . .	178

## Inhaltsverzeichnis

8.2.2	Tipps und Tricks zum „akustischen Tuning“	182
8.2.3	Regieraum und Monitorlautsprecher	183
8.3	Mikrofonaufstellung	184
8.3.1	Räumlichkeit: Mischung von Direkt- und Diffusschall	185
8.3.2	Klangfülle: Aufnahme im Nahfeld	189
8.3.3	Akustische Perspektive	190
8.4	Häufige Aufstellungsfehler	190
8.4.1	Interferenz zwischen mehreren Mikrofonen	191
8.4.2	Interferenz durch Schallreflexion	192
8.4.3	Interferenz dicht vor der Wand (Wiederholungstonhöhe)	193
8.5	Philosophien der Mehrkanalaufnahme	194
8.5.1	Stereo-/ Surroundmikrofon vs. verteilte Mikrofone	194
8.5.2	Live-Mix vs. Mehrspuraufzeichnung	195
8.6	Aufnahmepraxis	197
8.6.1	Sprache	198
8.6.2	Gesang	200
8.6.3	Akustische Gitarre	201
8.6.4	Elektrische Gitarre und E-Bass	202
8.6.5	Streicher (Violine, Cello, Kontrabass)	205
8.6.6	Klavier	207
8.6.7	Keyboards	209
8.6.8	Blechbläser (Trompete, Posaune)	212
8.6.9	Holzbläser (Flöte, Oboe, Klarinette, Saxofon)	213
8.6.10	Schlagzeug	215
8.6.11	Perkussion	219
8.6.12	Background-Chor, Streicher- und Bläasersatz	220
8.6.13	Aufnahmen mit Hauptmikrofon und Stützen	221
<b>9</b>	<b>Beschallungstechnik</b>	<b>225</b>
9.1	Mikrofonauswahl	225
9.2	Besonderheiten der Saalbeschallung	227
9.3	Livemusik-Beschallung	229
9.3.1	Einstellen der PA	232
9.3.2	Live-Mitschnitte	234
9.4	Sprachbeschallung	236
9.4.1	Redner am Pult	236
9.4.2	Bewegte Redner und Gesprächsrunden	239
9.4.3	Theaterbeschallung	9
9.5	Probleme und ihre Lösung	9
9.5.1	Rückkopplung (Feedback)	240
9.5.2	Brummen	242

<b>10 Film- und Videotechnik</b>	<b>245</b>
10.1 Mikrofonauswahl . . . . .	245
10.2 Ton zum Bild . . . . .	248
10.2.1 Anleitung zum Angeln . . . . .	249
10.2.2 Dialogaufnahme . . . . .	250
10.2.3 Alternativen zum Richtrohr an der Angel . . . . .	250
10.3 Reportagen . . . . .	253
10.4 Geräusche, Atmos und Effekte . . . . .	255
<b>Anhang</b>	<b>257</b>
A Formeln . . . . .	257
B.1 Tabellen zur Musikalischen Akustik . . . . .	259
B.2 Tabellen zur Schallwandlertechnik . . . . .	261
B.3 Mikrofondaten . . . . .	263
B.4 Hersteller- und Vertriebsverzeichnis . . . . .	268
C.1 Literatur und nützliche Internet-Adressen . . . . .	269
C.2 Bildnachweis . . . . .	270
<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>271</b>