

HANSER



Inhaltsverzeichnis

Hannes Raffaseder

Audiodesign

Kommunikationskette, Schall, Klangsynthese, Effektbearbeitung,
Akustische Gestaltung

ISBN: 978-3-446-41762-5

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-41762-5>

sowie im Buchhandel.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Akustische Kommunikation | 13 |
| 1.1 | Audiodesign – eine Begriffsbestimmung | 13 |
| 1.1.1 | Audiodesign – ein interdisziplinäres Feld | 15 |
| 1.1.2 | Sprache, Geräusche und Musik | 15 |
| 1.1.3 | Audiodesign – ein Bindeglied für kollaborative, interdisziplinär vernetzte Arbeitsabläufe | 16 |
| 1.2 | Intersensuelle Gestaltung: Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile | 18 |
| 1.3 | Wichtige Eigenschaften der akustischen Wahrnehmung | 19 |
| 1.3.1 | Die Omnipräsenz des Hörens | 19 |
| 1.3.2 | Sound als Folge dynamischer Prozesse | 21 |
| 1.3.3 | Gleichzeitigkeit von Entstehung, Ausbreitung und Wahrnehmung | 21 |
| 1.3.4 | Sound und Emotion | 21 |
| 1.3.5 | Sound und Gedächtnis | 22 |
| 1.3.6 | Akustische Ereignisse vs. visuelle Objekte | 23 |
| 1.3.7 | Gleichzeitige Wahrnehmung mehrerer akustischer Streams | 24 |
| 1.3.8 | Akustische Ereignisse als aktivierende Sinnesreize | 25 |
| 1.3.9 | Die Schwierigkeit der Beschreibung akustischer Wahrnehmungen | 26 |
| 1.4 | Musik und Medien: Hörerfahrungen im Wandel | 27 |
| 1.5 | Hören und Zuhören: Ebenen akustischer Wahrnehmung | 29 |
| 1.5.1 | Hören zur Überwachung der Umwelt | 30 |
| 1.5.2 | Hören zur Orientierung in der Umwelt | 30 |
| 1.5.3 | Hören zur Kommunikation mit der Umwelt | 31 |
| 1.5.4 | Zuhören zur Konstruktion neuer Wahrnehmungsmuster | 32 |
| 1.6 | Die semantische Lücke: Schallereignis vs. Lautereignis | 33 |
| 1.7 | Lautereignis: Wahrnehmbare Eigenschaften | 35 |
| 1.7.1 | Tonhöhe, Lautstärke und Klangfarbe | 35 |
| 1.7.2 | Klänge und Geräusche | 35 |
| 1.8 | Schallereignis: Physikalische Messgrößen | 36 |
| 1.8.1 | Physikalische Grundlagen akustischer Ereignisse | 36 |
| 1.8.2 | Anregungskraft, Masse und Elastizität | 36 |
| 1.8.3 | Amplitude, Periodendauer und Grundfrequenz | 37 |
| 1.8.4 | Wellenlänge | 38 |
| 1.8.5 | Ausbreitungsgeschwindigkeit | 39 |
| 1.8.6 | Raum | 40 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1.8.7 | Zeit | 40 |
| 1.9 | Designprozess: Vom Schallereignis zum Lautereignis | 40 |
| 1.10 | Wirkungs- und Bedeutungsebenen akustischer Ereignisse | 44 |
| 1.10.1 | Direkte Wirkungen von akustischen Ereignissen | 44 |
| 1.10.2 | Der Informationsgehalt akustischer Ereignisse | 46 |
| 1.10.3 | Der Symbolgehalt von akustischen Ereignissen | 49 |
| 1.10.4 | Bedeutung durch Konvention | 51 |
| 1.11 | Die akustische Kommunikationskette | 53 |
| 1.11.1 | Das Kommunikationsmodell | 53 |
| 1.11.2 | Die Signalkette | 53 |
| 1.11.3 | Die Umformung und Übertragung von Signalen | 54 |
| 2 | Beschreibung der Signalkette | 57 |
| 2.1 | Beschreibung von Signalen | 57 |
| 2.1.1 | Periodisch oder aperiodisch | 58 |
| 2.1.2 | Harmonische Töne | 59 |
| 2.1.3 | Komplexe Töne – Klänge | 59 |
| 2.1.4 | Das Frequenzspektrum | 60 |
| 2.1.5 | Geräusche | 61 |
| 2.1.6 | Fourier-Transformation, Zeit- und Frequenzbereich | 62 |
| 2.1.7 | Gliederung des Frequenzbereichs | 63 |
| 2.1.8 | Der zeitliche Verlauf von Schallsignalen | 64 |
| 2.1.9 | Effektivwert und Pegel eines Signals | 66 |
| 2.2 | Die Eigenschaften von Systemen | 67 |
| 2.2.1 | Lineare und nichtlineare Verzerrungen | 67 |
| 2.2.2 | Der Klirrfaktor eines Systems | 68 |
| 2.2.3 | Aussteuerung, Systemdynamik, Signal-Rausch-Abstand | 68 |
| 2.2.4 | Frequenzgang | 69 |
| 2.2.5 | Filter | 70 |
| 2.2.6 | Impulsantwort und Faltung | 71 |
| 3 | Schallentstehung | 72 |
| 3.1 | Zusammensetzung von Schwingungssystemen | 72 |
| 3.1.1 | Oszillator | 72 |
| 3.1.2 | Anregung | 72 |
| 3.1.3 | Resonanzkörper | 73 |
| 3.2 | Einfachste Schwingungssysteme | 74 |
| 3.2.1 | Freie Schwingungen | 74 |
| 3.2.2 | Gedämpfte Schwingungen | 74 |
| 3.2.3 | Erzwungene Schwingungen | 74 |
| 3.3 | Reale Schwingungssysteme | 75 |
| 3.3.1 | Kopplung einfachster Schwingungssysteme | 75 |
| 3.3.2 | Eigenfrequenz und Schwingungsmodus | 76 |
| 3.3.3 | Modell der schwingenden Saite | 77 |
| 3.3.4 | Wellenformen und Eigenfrequenzen einer Saite | 78 |
| 3.3.5 | Anregung bestimmter Wellenformen | 79 |
| 3.3.6 | Ausbreitung von Schallwellen in Röhren | 80 |
| 3.3.7 | Mehrdimensionale Wellenausbreitung | 81 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3.4 | Die menschliche Stimme | 82 |
| 3.4.1 | Stimmhafte und stimmlose Laute | 82 |
| 3.4.2 | Der Mund-Nasen-Rachen-Raum | 83 |
| 3.4.3 | Vokale | 83 |
| 3.4.4 | Konsonanten | 84 |
| 3.4.5 | Das Quelle-Filter-Modell | 84 |
| 4 | Schallausbreitung | 86 |
| 4.1 | Wichtige Kenngrößen der Schallausbreitung | 86 |
| 4.1.1 | Ausbreitungsgeschwindigkeit | 86 |
| 4.1.2 | Schalldruck, Schalldichte und Schallschnelle | 88 |
| 4.1.3 | Kugelwelle und ebene Welle | 88 |
| 4.1.4 | Schallintensität | 89 |
| 4.1.5 | Hörschwelle und Schmerzgrenze | 89 |
| 4.2 | Besondere Eigenschaften der Wellenausbreitung | 91 |
| 4.2.1 | Interferenz und Schwebung | 91 |
| 4.2.2 | Reflexion | 92 |
| 4.2.3 | Absorption, Dissipation und Transmission | 92 |
| 4.2.4 | Brechung | 93 |
| 4.2.5 | Beugung | 94 |
| 4.3 | Schall in geschlossenen Räumen | 95 |
| 4.3.1 | Direktschall | 96 |
| 4.3.2 | Erstreflexionen | 97 |
| 4.3.3 | Nachhall | 98 |
| 4.3.4 | Die Impulsantwort eines Raumes | 99 |
| 4.3.5 | Das Schallfeld von anhaltenden Signalen | 99 |
| 4.4 | Raumakustik | 99 |
| 4.4.1 | Halligkeit | 100 |
| 4.4.2 | Deutlichkeit, Klarheit | 101 |
| 4.4.3 | Gleichmäßige Schallverteilung | 101 |
| 4.4.4 | Einbeziehung der Hörer | 101 |
| 4.4.5 | Echovermeidung | 102 |
| 4.4.6 | Niedriger Geräuschpegel | 102 |
| 5 | Aspekte der Wahrnehmung | 103 |
| 5.1 | Das Gehör | 103 |
| 5.1.1 | Das Außenohr | 103 |
| 5.1.2 | Das Mittelohr | 104 |
| 5.1.3 | Das Innenohr | 105 |
| 5.1.4 | Verarbeitung im Gehirn | 107 |
| 5.2 | Wahrnehmung der Lautstärke | 108 |
| 5.2.1 | Unterscheidungsschwelle | 108 |
| 5.2.2 | Frequenzabhängigkeit der Lautstärke | 109 |
| 5.2.3 | Simultanmaskierung | 111 |
| 5.2.4 | Vor- und Nachmaskierung | 112 |
| 5.2.5 | Lautstärke und Dauer | 113 |
| 5.3 | Wahrnehmung der Tonhöhe | 114 |
| 5.3.1 | Unterscheidungsschwelle | 114 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5.3.2 | Tonhöhenwahrnehmung bei komplexen Tönen | 115 |
| 5.3.3 | Tonhöhen gebräuchlicher Instrumente | 115 |
| 5.3.4 | Oktavenphänomen, Tonigkeit und Tonhöhenlage | 116 |
| 5.3.5 | Intervalle | 116 |
| 5.3.6 | Konsonanz und Dissonanz | 117 |
| 5.3.7 | Tonskalen und Stimmungen | 119 |
| 5.4 | Wahrnehmung der Klangfarbe | 121 |
| 5.4.1 | Messbare Eigenschaften der Klangfarbe | 121 |
| 5.4.2 | Psychoakustische Merkmale der Klangfarbe | 123 |
| 5.4.3 | Semantische Aspekte der Klangfarbe | 124 |
| 5.5 | Wahrnehmung des Raumes | 125 |
| 5.5.1 | Wahrnehmung der räumlichen Tiefe | 125 |
| 5.5.2 | Wahrnehmung der räumlichen Richtung | 126 |
| 6 | Schallaufzeichnung | 129 |
| 6.1 | Grundprinzipien der Schallaufzeichnung | 129 |
| 6.1.1 | Signalformcodierung | 130 |
| 6.1.2 | Parametrische Codierung | 131 |
| 6.2 | Digitale Schallaufzeichnung | 132 |
| 6.2.1 | Abtastung | 133 |
| 6.2.2 | Samplingfrequenz | 133 |
| 6.2.3 | Quantisierung | 135 |
| 6.2.4 | Quantisierungsfehler und Quantisierungsrauschen | 136 |
| 6.2.5 | System-Dynamik | 138 |
| 6.2.6 | Übertragungsrate | 139 |
| 6.2.7 | Harddisc-Recording und Dateiformate | 139 |
| 6.3 | Datenreduktion | 140 |
| 6.3.1 | Verlustlose Audiokompression | 140 |
| 6.3.2 | Verlustbehaftete Audiokompression | 141 |
| 6.4 | MIDI und OSC | 142 |
| 6.5 | Mehrkanalton | 143 |
| 6.5.1 | Ziele von Mehrkanalton | 143 |
| 6.5.2 | Formate | 144 |
| 6.5.3 | Aufzeichnungsstandards | 145 |
| 6.5.4 | Wiedergabe von Mehrkanalton | 147 |
| 6.5.5 | Produktion von Mehrkanalton | 149 |
| 7 | Schallwandler | 151 |
| 7.1 | Grundprinzipien elektromechanischer Wandler | 152 |
| 7.1.1 | Elektrostatische Wandler | 152 |
| 7.1.2 | Elektrodynamische Wandler | 153 |
| 7.1.3 | Piezoelektrische Wandler | 153 |
| 7.1.4 | Kohle-Wandler | 153 |
| 7.2 | Eigenschaften von Mikrofonen | 153 |
| 7.2.1 | Empfindlichkeit | 153 |
| 7.2.2 | Übertragungsbereich | 154 |
| 7.2.3 | Frequenzgang | 154 |
| 7.2.4 | Störpegel und Geräuschspannungsabstand | 154 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 7.2.5 | Grenzschalldruck und Dynamikumfang | 155 |
| 7.2.6 | Impulsverhalten | 155 |
| 7.3 | Mikrofontypen | 155 |
| 7.3.1 | Kondensatormikrofon | 155 |
| 7.3.2 | Elektretmikrofon | 156 |
| 7.3.3 | Elektrodynamisches Mikrofon | 156 |
| 7.3.4 | Lavalier-Mikrofon | 157 |
| 7.3.5 | Grenzflächenmikrofon | 157 |
| 7.3.6 | Körperschallmikrofon | 157 |
| 7.4 | Richtcharakteristik | 158 |
| 7.4.1 | Achtförmige Richtcharakteristik | 158 |
| 7.4.2 | Kugelförmige Richtcharakteristik | 159 |
| 7.4.3 | Nierenförmige Richtcharakteristik | 160 |
| 7.4.4 | Richtrohrmikrofon | 160 |
| 7.5 | Stereo-Mikrofonverfahren | 161 |
| 7.5.1 | Intensitätsstereofonie | 162 |
| 7.5.2 | Laufzeitstereofonie | 164 |
| 7.5.3 | Äquivalenzverfahren | 165 |
| 7.5.4 | Hauptmikrofon-Stützmikrofon-Verfahren | 166 |
| 7.5.5 | Aufzeichnungsverfahren für Mehrkanal-Stereofonie | 167 |
| 7.6 | Mikrofonierung | 167 |
| 7.6.1 | Veränderungen des Raumeindrucks | 168 |
| 7.6.2 | Veränderungen des Klanges | 168 |
| 7.6.3 | Das Mikrofon als akustische Lupe | 170 |
| 7.6.4 | Störungen | 171 |
| 7.7 | Lautsprecher | 172 |
| 7.7.1 | Eigenschaften von Lautsprechern | 172 |
| 7.7.2 | Bauformen von Lautsprechern | 173 |
| 7.7.3 | Akustischer Kurzschluss – Lautsprecherbox | 174 |
| 7.7.4 | Mehrweg-Lautsprechersysteme | 175 |
| 7.7.5 | Verstärker | 176 |
| 7.7.6 | Auswahl geeigneter Lautsprecher | 177 |
| 7.7.7 | Positionierung der Lautsprecher | 178 |
| 7.8 | Mischpulte | 179 |
| 7.8.1 | Eingangskanal | 179 |
| 7.8.2 | Subgruppen | 183 |
| 7.8.3 | Tape-Return | 184 |
| 7.8.4 | Stereo-Summe | 185 |
| 8 | Bearbeitung von Schallsignalen | 186 |
| 8.1 | Bearbeitung der Amplitude | 187 |
| 8.1.1 | Normalizing | 187 |
| 8.1.2 | Bearbeitung der Hüllkurve | 187 |
| 8.1.3 | Bearbeitung der Dynamik | 187 |
| 8.2 | Bearbeitung des zeitlichen Verlaufs | 190 |
| 8.2.1 | Cut, Copy und Paste | 190 |
| 8.2.2 | Gestaltung von Übergängen | 192 |

- 8.2.3 Loop 193
- 8.2.4 Resampling 194
- 8.2.5 Timestretching 195
- 8.3 Bearbeitung im Frequenzbereich 197
 - 8.3.1 Bearbeitung der Tonhöhe 197
 - 8.3.2 Bearbeitung des Spektrums 198
- 8.4 Bearbeitung der Raumwirkung 202
 - 8.4.1 Reverb – künstlicher Nachhall 204
 - 8.4.2 Bearbeitung der räumlichen Richtung 206
 - 8.4.3 Bearbeitung der räumlichen Tiefe 207
 - 8.4.4 Echo und Delay 208
- 8.5 Bearbeitungen der Phase 209
 - 8.5.1 Chorus 209
 - 8.5.2 Flanger 210
 - 8.5.3 Phasing 210
- 8.6 Klangrestauration 211
 - 8.6.1 Reduktion unregelmäßiger Störgeräusche 211
 - 8.6.2 Reduktion dauerhafter Störgeräusche 211
- 9 Elektronische Klangerzeugung 213**
 - 9.1 Aufgaben, Ziele und aktuelle Entwicklungen 213
 - 9.2 Wichtige Grundelemente 214
 - 9.2.1 Oszillator 214
 - 9.2.2 Filter 214
 - 9.2.3 Verstärker 215
 - 9.2.4 Modulation 215
 - 9.2.5 Echtzeit-Steuerung 216
 - 9.2.6 Hüllkurvengenerator 218
 - 9.2.7 LFO – Low Frequency Oscillator 219
 - 9.3 Wichtige Verfahren 220
 - 9.3.1 Additive Klangersynthese 220
 - 9.3.2 Subtraktive Klangersynthese 221
 - 9.3.3 Wavetable-Synthese 222
 - 9.3.4 FM-Synthese 222
 - 9.3.5 Waveshaping-Synthese 223
 - 9.3.6 Sampling 224
 - 9.3.7 Granularsynthese 225
 - 9.3.8 Physical Modeling 226
 - 9.3.9 Software-Instrumente 228
 - 9.4 Einfache Praxisbeispiele 229
 - 9.4.1 Flächenklänge 229
 - 9.4.2 Bassklänge 230
 - 9.4.3 Elektronische Perkussion 231
 - 9.4.4 Natur- und Alltagsgeräusche 231
- 10 Akustische Mediengestaltung 235**
 - 10.1 Was ist gutes Audiodesign? 236
 - 10.2 Die Ebenen der Tonspur 240

| | | |
|---------|---|-----|
| 10.2.1 | Gestaltung der Sprache | 240 |
| 10.2.2 | Gestaltung der Atmo | 242 |
| 10.2.3 | Gestaltung von Sound-Effekten | 243 |
| 10.2.4 | Gestaltung der Musik | 246 |
| 10.3 | Gestaltung übergeordneter Strukturen | 250 |
| 10.3.1 | Nähe | 252 |
| 10.3.2 | Gleichheit oder Ähnlichkeit | 252 |
| 10.3.3 | Kontinuität | 253 |
| 10.3.4 | Geschlossenheit | 253 |
| 10.3.5 | Zusammengehörigkeit | 253 |
| 10.4 | Die Mischung der akustischen Ebenen | 254 |
| 10.5 | Räumliche Gestaltung | 258 |
| 10.5.1 | Immersive akustische Ereignisse | 258 |
| 10.5.2 | Akustische Tiefe: Figur, Grund und Feld | 258 |
| 10.5.3 | Hörperspektive | 261 |
| 10.5.4 | Soziale Beziehung zwischen Schallquelle und Hörer | 263 |
| 10.6 | Zeitgestaltung | 266 |
| 10.6.1 | Ebenen der Zeitgestaltung in der Tonspur | 266 |
| 10.6.2 | Einflussfaktoren der Tonspur auf das Zeitempfinden | 272 |
| 10.7 | Das Verhältnis von Bild und Ton | 273 |
| 10.7.1 | Assoziative Verknüpfung unterschiedlicher Sinnesreize | 273 |
| 10.7.2 | Paraphrase – Polarisation – Dissonanz | 276 |
| 10.8 | Formale und dramaturgische Konzeption | 278 |
| 10.8.1 | Formale und dramaturgische Ziele | 280 |
| 10.8.2 | Formale und dramaturgische Gestaltungsmittel | 280 |
| 10.8.3 | Wichtige Grundtypen formaler Gestaltung | 281 |
| 10.8.4 | Fragen zur formalen und dramaturgischen Konzeption | 283 |
| 10.8.5 | Funktionen und Aufgaben der Tonspur | 283 |
| 10.9 | Produktionsphasen | 284 |
| 10.9.1 | Pre-Production: Drehbucherstellung und Planung | 284 |
| 10.9.2 | Produktion | 287 |
| 10.9.3 | Post-Production | 289 |
| 10.10 | Audiodesign von Mensch-Maschine-Schnittstellen | 289 |
| 10.10.1 | Argumente für den Einsatz von Auditory Displays | 290 |
| 10.10.2 | Ansätze für die Gestaltung geeigneter Klangobjekte | 291 |
| 10.10.3 | Richtlinien für die Gestaltung von Auditory Displays | 293 |
| 10.11 | Audiodesign für interaktive Medien | 295 |
| 10.12 | Corporate Audio, Audio-Branding und Produkt-Sounddesign | 300 |
| 10.12.1 | Produkt-Sounddesign | 300 |
| 10.12.2 | Anforderungen an Corporate Audio und Audio-Branding | 301 |
| 10.12.3 | Basiselemente von Corporate Audio und Audio-Branding | 302 |

Literaturverzeichnis 306

Sachwortverzeichnis 310