

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 Klangsynthese	220
9.3.2	Subtraktive Klangsynthese	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 – Polarisierung – 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: Drehbucheerstellung 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