

Inhaltsverzeichnis

Herausgeber-Vorwort

1	Grundlagen der Schallausbreitung – mit allgemeinen Betrachtungen zu diesem Lehrgang	1
	I. Veit	
1.1	Allgemeines	1
1.2	Schallquellen – Elementarstrahler	2
1.3	Schallfeld	6
1.3.1	Freies Schallfeld	7
1.3.2	Reflexion und diffuses Schallfeld	11
1.4	Schallausbreitung im Freien und in geschlossenen Räumen aus der Sicht der Beschallungstechnik	15
1.4.1	Schallausbreitung im Freien	15
1.4.2	Schallausbreitung in Innenräumen	17
2	Mikrofone	21
	F.-W. Albrecht	
2.1	Mikrofone als Energiewandler	21
2.1.1	Wandlerprinzipien	21
2.1.2	Das dynamische Mikrofon	21
2.1.3	Das Kondensatormikrofon	22
2.1.4	Das NF-Kondensatormikrofon	23
2.1.5	Das Elektret-Kondensatormikrofon	24
2.1.6	Das HF-Kondensatormikrofon	25
2.1.7	Systemvergleich Dynamische-, Kondensator-Mikrofone	27
2.1.8	Vergleich Hoch- und Niederfrequenz-Mikrofonprinzip	28
2.2	Das Empfängerprinzip	28
2.2.1	Der Druckempfänger	28
2.2.2	Der Druckgradientenempfänger	29
2.2.3	Der Interferenzempfänger	30

2.3	Wichtige Mikrofondaten	30
2.3.1	Die Richtcharakteristik von Mikrofonen	30
2.3.1.1	Die Kugelcharakteristik	30
2.3.1.2	Achtercharakteristik	31
2.3.1.3	Nierencharakteristik	32
2.3.1.4	Supernierencharakteristik	33
2.3.1.5	Die Keulencharakteristik	34
2.3.1.6	Das Richtungsmaß	34
2.3.2	Empfindlichkeit (Feld-Leerlauf-Übertragungsfaktor)	35
2.3.3	Geräuschspannungsabstand	36
2.3.4	Äquivalenter Rauschschalldruckpegel	37
2.3.5	Maximaler Schalldruckpegel	38
2.3.6	Übertragungsbereich	38
2.3.6.1	dB-Maßstab	39
2.3.7	Impedanz/Anpassung	40
2.4	Wichtige Mikrofoneigenschaften	41
2.4.1	Popp-/Windempfindlichkeit	41
2.4.2	Körperschall/Trittschall	43
2.4.3	Der Nahbesprechungseffekt	43
2.4.4	Mikrofonabmessungen	44
2.4.5	Robustheit	44
2.5	Speisung von Kondensatormikrofonen	44
2.5.1	Fremdspeisung über getrennte Ader	45
2.5.2	Die AB-Speisung nach DIN 45595	
2.5.3	Duplexspeisung nach DIN 45596	47
2.6	Mikrofonausführungen	47
2.6.1	Das handgehaltene Mikrofon	48
2.6.2	Kommandomikrofone	48
2.6.3	Grenzflächenmikrofone	48
2.6.4	Kopfbügelmikrofone	49
2.6.5	Ansteckmikrofone	49
2.6.6	Rohrrichtmikrofone	52
2.6.7	Kunstkopfmikrofone	52
2.6.8	Parabolspiegel	52
2.6.9	Drahtlose Mikrofone	53
2.7	Praktische Hinweise	53
2.7.1	Mikrofonanschlußtechnik	53
2.7.2	Mikrofonanschlußkabel	54
2.7.2.1	Glasfaserleitungen die digitale Kabelalternative	55
2.7.3	Mikrofonanpassung per Vorverstärker oder Übertrager	56
2.7.4	Magnetische Störungen	57
2.7.5	Hochfrequenzstörungen	57
2.7.6	Polung von Mikrofonen	58
2.7.7	Mikrofonschalter	58

2.7.8	Akustische Rückkopplung	59
2.7.9	Handhabungshinweise	61
2.7.10	Der Mikrofonservice	62

3	Verstärkertechnik/Gerätetechnik	64
	Thomas Korthals	

3.1	Midi	64
3.1.1	Einleitung	64
3.1.2	Verbindung von Midi-Geräten	64
3.1.3	Midi-Informationen	65
3.1.4	Midi-Anschlüsse	65
3.1.5	Midi-Interface	66
3.1.6	Midi-Datenformat	67
3.1.7	Message Typen	68
3.1.7.1	Channel-Messages	69
3.1.7.1.1	Channel-Modes-Messages	69
3.1.7.1.2	Channel-Voices-Messages	70
3.1.7.2	System-Messages	70
3.1.7.2.1	System-Exclusive-Messages	70
3.1.7.2.2	System-Common-Messages	71
3.1.7.2.3	System-Realtime-Messages	71
3.1.8	Peripheriegeräte	71
3.2	Mischpulte	71
3.2.1	Einleitung	71
3.2.2	Beispiel: Mischpult für den Beschallungs- und Theaterbereich (Split-Konsole)	72
3.2.2.1	Eingangsmodul	72
3.2.2.2	Matrix-Ausgangsmodul	76
3.2.2.3	Stereo-Master- und Monitor-Mastermodul	76
3.2.2.4	Auxiliary-/Foldback-Mastermodul	79
3.2.2.5	Matrix-Mischer	80
3.2.2.6	Allgemein	81
3.2.3	Split-Mischpulte	81
3.2.3.1	Einleitung und Aufbau	81
3.2.3.2	Aufnahmebetrieb mit Split-Mischpulten	82
3.2.3.3	Subgrouping, Track-Bouncing und Overdubbing	82
3.2.3.4	Mixdown mit Split-Mischpulten	82
3.2.4	Inline-Mischpulte	83
3.2.4.1	Einleitung und Aufbau	83
3.2.4.2	Aufnahmebetrieb mit Inline-Mischpulten	83
3.2.4.3	Subgrouping, Track-Bouncing und Overdubbing	84

3.2.4.4	Mixdown mit Inline-Mischpulten	84
3.2.5	Splint-Mischpulte	84
3.2.5.1	Einleitung und Aufbau	84
3.2.5.2	Aufnahmebetrieb mit Splint-Mischpulten	85
3.2.5.3	Subgrouping, Track-Bouncing und Overdubbing	85
3.2.5.4	Mixdown mit Splint-Mischpulten	85
3.2.5.6	Das Für und Wider der Splint-Mischpulte	86
3.2.6	Mischpultautomation	86
3.3	Equalizer	87
3.3.1	Equalizer-Typen	87
3.3.1.1	Fächerentzerrer	87
3.3.1.2	Graphischer Equalizer	88
3.3.1.3	Parametrischer Equalizer	89
3.3.2	Anwendung von Equalizern	90
3.3.3	Grundlagen von Filtern	91
3.3.4	Aktive Filter	92
3.3.4.1	Unity-Gain Sallen-Key-Filter	92
3.3.4.2	Equal Component-Value Sallen-Key Filter	92
3.3.4.3	Unity-Gain-State Variable Filter	92
3.3.4.4	Variable-Gain-State Variable Filter	93
3.3.4.5	Wien-Brücken-Filter	93
3.3.4.6	Transversalfilter	93
3.3.5	Filter-Charakteristiken	94
3.3.5.1	Bessel-Filter	94
3.3.5.2	Butterworth-Filter	95
3.3.5.3	Tschebyscheff-Filter	96
3.3.6	Rechnergesteuerte Equalizer	95
3.3.6.1	Vorteile eines rechnergesteuerten Equalizers	95
3.3.6.2	Anwendungsbeispiele	95
3.3.6.3	Aufbau eines professionellen rechnergesteuerten Equalizers	96
3.3.6.4	Optionen	96
3.4	Delays	98
3.5	Beschallungstechnik mit 100 V-Systemen	100
3.5.1	Anwendungsbereich	100
3.5.2	Die Verschaltung von 100 V-Lautsprechernetzen	101
3.5.3	Lautsprecher	101
3.5.3.1	Deckenlautsprecher	101
3.5.3.2	Wandlautsprecher	102
3.5.3.3	ELA-Gruppenstrahler	102
3.5.3.4	Reflextrichtersysteme	102
3.5.4	Pflichtruf- und Lautstärkeeinstellung einzelner Lautsprecherkreise	103
3.5.5	Mehrprogramm-Anlagen	103

3.5.6	100 V-Verstärker	104
3.5.7	100 V-Leitungsnetz	107
3.5.8	Sprechstelleneinheiten	107
3.5.9	Innovatives Bussystem zur Steuerung einer komplexen 100 V-Beschallungsanlage	107
3.6	Normen, Richtlinien und Sicherheitsvorschriften für die Beschallungstechnik	109
3.6.1	Normen für die Ausführung und Dimensionierung der Geräte und deren Schnittstellen	109
3.6.2	Sicherheitsvorschriften für die Kabelinstallation	109
3.6.2.1	Stromversorgung von Regie- und Verstärkerzentralen	109
3.6.2.2	Lautsprecherversorgung	110
3.6.3	Sicherheitsvorschriften für die Installation von Lautsprechern	110
3.7	Projektierungsphase einer Beschallungsanlage	111
3.7.1		
3.7.2	Gebäudekonzept	111
3.7.3	Raumakustisches Konzept	112
3.7.4	Beschallungskonzept	112
4	Lautsprecher C. Mayer-Fasold	113
4.1	Lautsprecher-Übersicht	113
4.2	Tieftöner	114
4.3	Boxen für Tieftonlautsprecher	114
4.4	Mittel-Hochtonlautsprecher	116
4.5	Druckkammerlautsprecher	116
4.6	Hornsysteme	117
4.7	Schallzeilen	118
4.7.1	Höhenverluste	119
4.7.2	Richtcharakteristik	122
4.8	Aktive und passive Weichen	127
4.9	Zerstörung von Lautsprechern	128
5	Gruppenanordnung von elektroakustischen Wandlern und deren Richtwirkung I. Veit	133
5.1	Allgemeines	133
5.2	Strahlungsimpedanz	133
5.3	Gruppenanordnung von Kugelstrahlern 0. Ordnung	134
5.4	Andere Gruppenanordnungen von elementaren Schall- strahlern und deren Richtwirkung	138

5.4.1	Der Linienstrahler (line array)	138
5.4.2	Der Flächenstrahler	142
6	Beschallungen	144
	C. Mayer-Fasold	
6.1	Schallabstrahlung und Ausbreitung	144
6.2	Bündelungsgrad	146
6.3	Hallradius	149
6.4	Beschallungsarten	149
6.5	Deckenbeschallung (dezentrale Beschallung)	150
6.6	Folgebeschallung	151
6.7	Frontalbeschallung	151
6.8	Diagonalbeschallung	152
6.9	Zentralbeschallung an Stirnwand	153
6.10	Zentralbeschallung mit Schallampel und Hilfsquellen	154
6.11	Übereinanderanordnung mehrerer Lautsprechergruppen	156
6.12	Einbau von Lautsprechergruppen in der Wand	157
7	Drahtlose Hochfrequenz Tonübertragungstechnik	159
	F.-W. Albrecht	
7.1	HF-Technik	159
7.1.1	Die Mikroporttechnik	159
7.1.2	Die Modulationstechnik	159
7.2	Gesetzliche Vorschriften	161
7.2.1	Strahlungsleistung/Ausgangsleistung drahtloser Mikrofone	161
7.2.2	Frequenzen	161
7.2.3	Frequenzauswahl im 8 m Band	163
7.2.4	Erweitertes 8 m-Band für professionelle Anwender	164
7.2.5	Vorschriften und Frequenzen für das 2 m-Band	164
7.2.6	Anwender und Frequenzen im UHF-Bereich	166
7.3	Ausbreitungsbedingungen für Hochfrequenz	166
7.3.1	Polarisation	166
7.3.2	Das $\frac{1}{r^2}$ -Gesetz	166
7.3.3	Reflexion, Abschirmung	168
7.3.4	Mehrwegeausbreitung, Interferenzen	168
7.3.5	Die Wellenbeugung und Abschattung	169
7.3.6	Vergleich der unterschiedlichen Frequenzbereiche	169
7.4	Sender-Technik	172
7.4.1	Anforderungen und Ausführungen von Hochfrequenz-Sendern	172

7.4.1.1	Neue Sendertechnologie in Syntesizertechnik	173
7.4.2	Trageweise von Sendern	174
7.4.3	Die Sender-Stromversorgung	175
7.4.3.1	Die betriebssichere kontrollierte Akkuladetechnik	177
7.4.4	Vorzüge des Rauschunterdrückungssystems HiDyn plus	179
7.5	Empfänger-Technik	180
7.5.1	Diversity-Empfänger	182
7.5.2	Antennenaufstellung bei Diversity-Betrieb	183
7.5.3	Die Empfänger-Ausführung	184
7.5.4	Qualitätsmerkmale	185
7.5.4.1	Großsignalfestigkeit	185
7.5.5	Die Nachbarkanalselektion	185
7.5.6	Die Intermodulation	186
7.5.7	Frequenzauswahl	187
7.5.8	Monitorsystem für Mikroportanlagen	187
7.6	Empfangsantennen	190
7.6.1	Der Dipol	190
7.6.1.1	Der Lambda/4-Halbdipol	192
7.6.1.2	Antennenbauarten	192
7.6.1.3	Ground-Plane-Antenne	194
7.6.1.4	Die provisorische Antenne	194
7.6.1.5	Die verkürzten Antennen	195
7.6.2	Das Aufstellen von Antennen	195
7.6.3	Mehrantennen-Technik	196
7.6.4	Antennenkabel	196
7.6.5	Der Antennenverstärker	197
7.6.6	Die Antennenweiche	198
7.7	Planungs- und Orientierungshinweise	199
7.7.1	Anschluß von Empfängern an Verstärkeranlagen	199
7.7.2	Schaffung optimaler Empfangsbedingungen	202
7.7.3	Praktische Hinweise zum Vielkanalbetrieb	204
7.7.4	Ursache und Behebung von Störungen	206

8 Drahtlose Infrarot-Tonübertragungstechnik 207 Frank-Werner Albrecht

8.1	Infrarot-Tonübertragungstechnik — allgemein	207
8.1.1	Eigenschaften der Infrarot-Bauelemente	207
8.1.2	Infrarottechnik zur NF-Übertragung	210
8.1.3	Breitband-/Schmalband-Betrieb	211
8.2	Gesetzliche Bestimmungen	212
8.3	Die Infrarot-Lichtausbreitung	
8.4	Ausleuchtung eines Raumes mit Infrarotlicht	213

8.5	Störquellen	214
8.6	Infrarot-Komponenten	216
8.6.1	Infrarot-Sender-Technik	216
8.6.2	Infrarot-Strahler-Technik	219
8.6.3	Infrarot-Empfänger-Technik	221
8.7	Einsatzmöglichkeiten	223
8.7.1	Die Einkanal-Technik	224
8.7.2	Zweikanal-Technik	225
8.7.3	Der Vielkanal-Betrieb	225
8.7.4	Mehrkanal-Informationssysteme	227
8.8	Planungs- und Projektierungshinweise	228

Literaturverzeichnis	230
-----------------------------	------------

Sachregister	232
---------------------	------------

Autorenverzeichnis	236
---------------------------	------------