

# Inhalt

<b>Danksagung</b>	<b>8</b>
<b>Vorwort</b>	<b>9</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>11</b>
<b>2 Elektroakustische und kinospezifische Grundlagen</b>	<b>13</b>
2.1 Belastbarkeit von Lautsprechern	13
2.2 Frequenzgang	14
2.3 Abstrahlwinkel	15
2.4 Maximaler Schalldruck	18
2.5 Impedanz	19
2.6 Parallel- und Reihenschaltung	20
2.7 Wellenlänge und Schallgeschwindigkeit	20
2.8 Nachhallzeit	21
2.9 Akustisches Zentrum, akustischer Referenzpunkt	21
2.10 Die X-Curve	23
2.11 Reference Listening Position / Central Listening Area (RLP/CLA)	24
<b>3 Die Signalkette im Kino «A-Chain» und «B-Chain»</b>	<b>27</b>
3.1 «A-Chain»	27
3.2 «B-Chain»	28
3.2.1 Frequenzweiche und DSP im Kinoprozessor	29
3.2.2 Frequenzweiche und DSP im Verstärker	30
3.2.3 Kombination von konventionellen und DSP-Verstärkern	31
3.2.4 Die digitale «B-Chain»	31
<b>4 Akustik im Kino</b>	<b>33</b>
4.1 Bauakustik	33
4.1.1 Körperschall	34
4.1.2 Luftschall	34
4.1.3 Schalldämmung	34
☞ EXPERTENTIPP: Schwingungsfreie Lautsprechermontage	36
4.2 Raumakustik	37
4.2.1 Raumvolumen und -geometrie	37
4.2.2 Optimale Nachhallzeit	38
4.2.3 Diskrete Reflexionen, Flatterechos	40
4.2.4 Oberflächenbeschaffenheit	40
4.2.5 Schallabsorber	42
4.2.6 Poröse Absorber	43
4.2.7 Membranabsorber	43
☞ EXKURS: Hörsamkeit	4

<b>5 Lautsprecher für den Kinosaal</b>	45
5.1 Aktive, Passive, Bi-amp oder <selfpowered> Lautsprecher	45
5.2 Typische Eigenschaften von Kinolautsprechern	46
5.3 Spezielle Technologien für Frontlautsprecher	46
5.3.1 Screen Spreading Compensation	47
5.3.2 Asymmetrische Hörner	48
5.3.3 Flat Front Design	48
<b>6 Simulation als Planungshilfe in der Kinobeschallung</b>	49
<b>7 Frontlautsprecher</b>	51
7.1 Von 2-Wege- zu 3- und 4-Wege-Lautsprechern	51
7.2 Positionierung Frontlautsprecher	55
7.3 Ausrichtung Frontsysteme	56
➔ EXPERTENTIPP: «Overshoot»-Ausrichtung	59
7.4 Dimensionierung Frontlautsprecher	61
7.5 Beschallung für LED-Bildwände	61
7.5.1 Center-Lautsprecher für LED-Bildwände	62
7.5.2 Link-/Rechts-Lautsprecher für LED-Bildwände	63
7.5.3 Nahfeld und Downfill Lautsprecher für LED-Bildwände	64
7.5.4 Ergänzende Maßnahmen bei LED-Bildwänden	64
7.6 Line-Arrays in Kinos	65
7.6.1 Ausbreitung von Schallwellen	66
7.6.2 Kugelwelle	66
7.6.3 Zylinderwelle	67
7.7 Eignung von Line-Arrays in Kinos	70
<b>8 Subwoofer</b>	73
8.1 Technische Anforderungen an Subwoofer	73
8.2 Dimensionierung Subwoofer	74
8.2.1 Anzahl der Plätze	75
8.2.2 Raumkubatur des Saals	75
8.2.3 Pegelberechnung von Subwoofern	76
8.3 Positionierung Subwoofer	78
8.4 Alternative Subanordnungen	80
8.5 Gerichtete Bassabstrahlung	80
<b>9 Surrounds</b>	85
9.1 Dimensionierung Surrounds	86
9.2 Positionierung Surrounds	86
9.2.1 Konventionelle Surroundformate wie 5.1 und 7.1	87
9.2.2 Surrounds bei niedriger Deckenhöhe	90
9.2.3 Seitliche Surrounds in asymmetrischen Sälen	91
➔ EXPERTENTIPP: Rear-Surrounds und Formatsauswahl	92
9.2.4 Immersives Format am Beispiel Dolby Atmos	92
<b>10 Verstärker</b>	95
10.1 Intelligente Verstärker mit DSP	95

10.2 Leistung von Verstärkern	97
10.2.1 Sinus-Dauerton-Leistung	97
10.2.2 RMS-Leistung	98
10.2.3 Peak-Leistung	98
10.2.4 Nenn- und Musikleistung	98
10.2.5 Leistungsbedarf	98
☞ EXPERTENTIPP: «Vermeidung von Rechtecksignalen»	99
10.2.6 Limiter in Endstufen	100
<b>11 Digitale Signal-Prozessoren (DSP)</b>	<b>103</b>
11.1 Bearbeitung des Eingangssignals	103
11.2 Bearbeitung des Ausgangssignals	104
11.3 Kinoprozessor	105
11.3.1 Standard 5.1- und 7.1-Kinoprozessoren	106
11.3.2 Immersive Kinoprozessoren	107
☞ EXPERTENTIPP: Programmierbare DSP-Plattform	107
<b>12 Tonformate</b>	<b>109</b>
12.1 Entwicklung	109
12.2 5.1 Surround	111
☞ EXKURS: 5.1 nach ITU-Kreis	113
12.3 7.1-Surround	113
12.4 Immersives Format am Beispiel «Dolby Atmos»	115
12.5 Dolby-Atmos-Planung mit DARDT	116
12.5.1 Screen Informations	117
12.5.2 Room Data Entry	117
12.5.3 Main Entry Sheet	118
12.5.4 Extra Equipment Entry	121
12.5.5 Visualization, Speaker Aiming und Speaker Positions	121
12.5.6 Printable Equipment List	122
12.5.7 Cinema Commissioning Report	122
<b>13 Inbetriebnahme und Einmessung</b>	<b>123</b>
13.1 Check der Tonanlage	123
13.2 Einmessung der Tonanlage	125
13.2.1 Einrichten Messsystem	125
13.2.2 Time Alignment	128
13.2.3 Frequenzgangkorrekturen gemäß X-Curve	129
13.2.4 Finale Pegel- und Zeiteinstellungen	129
13.2.5 Anpassung von Bild und Ton	130
13.2.6 Individuelle Einstellungen	131
13.2.7 Maximaler Leistungstest	132
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>134</b>