

# Inhaltsverzeichnis

## TEIL 1 – Wissen und Informationen

<b>I. Grundlagen.....</b>	<b>29</b>
1.1. Einheiten.....	29
1.1.1. SI-Einheiten.....	29
1.1.2. Abgeleitete Einheiten.....	29
1.1.3. Gesetzlich unzulässige Einheiten.....	30
1.1.4. Formelzeichen.....	30
1.1.5. Einheiten-Vorsätze.....	31
1.2. Umrechnungstabellen.....	32
1.2.1. Längen-Einheiten.....	32
1.2.2. Flächen-Einheiten.....	32
1.2.3. Volumen-Einheiten.....	32
1.2.4. Hohlmaße.....	32
1.2.5. Zeit-Einheiten.....	32
1.2.6. Masse-Einheiten.....	32
1.2.7. Kraft-Einheiten.....	33
1.2.8. Druck-Einheiten.....	33
1.2.9. Leistungs-Einheiten.....	33
1.2.10. Arbeits-Einheiten.....	33
1.2.11. US-Längen-Einheiten.....	33
1.2.12. US-Flächen-Einheiten.....	34
1.2.13. US-Volumen-Einheiten.....	34
1.2.14. US-Massen-Einheiten.....	34
<b>2. Mathematische Grundlagen.....</b>	<b>35</b>
2.1. Mathematische Zeichen.....	35
2.2. Grundrechenarten.....	35
2.3. Algebra.....	36
2.4. Geometrie.....	38
2.4.1. Winkeleinheiten.....	38
2.4.2. Winkelfunktionen im rechtwinkligen Dreieck.....	39
2.4.3. Satz des Pythagoras.....	39
2.4.4. Flächen.....	40
2.4.5. Körper.....	41
2.5. Dezimal-, Hexadezimal- und Dualsystem.....	42
<b>3. Physikalische Grundlagen.....</b>	<b>43</b>
3.1. Das elektromagnetische Spektrum.....	43
3.2. Ultraviolette Strahlung.....	44
3.3. Lichttechnische Stoffkennzahlen.....	44
3.3.1. Reflexionsgrad.....	44

3.3.2.	Transmissionsgrad.....	45
3.3.3.	Absorptionsgrad.....	45
3.4.	Reflexionsgesetz.....	45
3.4.1.	Gerichtete Reflexion.....	45
3.4.2.	Diffuse Reflexion.....	46
3.5.	Brechungsgesetze.....	46
3.5.1.	Dispersion.....	48
3.5.2.	Totalreflexion.....	48
3.6.	Polarisation.....	48
3.7.	Interferenz.....	49
3.8.	Beugung (Diffraktion).....	50
<b>4.</b>	<b>Sehen und Wahrnehmung.....</b>	<b>51</b>
4.1.	Physiologie des Auges.....	51
4.1.1.	Stäbchen.....	51
4.1.2.	Zapfen.....	51
4.1.3.	Der fotochemische Prozess.....	52
4.1.4.	Fovea.....	52
4.1.5.	Akkomodation.....	52
4.1.6.	Blick- und Gesichtsfeld.....	52
4.1.7.	Fixation.....	53
4.1.8.	Auflösungsvermögen und Sehschärfe.....	53
4.1.9.	Zeitauflösung.....	53
4.1.10.	Helligkeitswahrnehmung.....	54
4.2.	Spektrale Helligkeitsempfindung ( $V(\lambda)$ -Kurve).....	54
4.3.	Adaptation.....	55
4.3.1.	Typische Beleuchtungsstärken.....	55
4.3.2.	Allgemeine Helligkeits-Adaptation.....	55
4.3.3.	Lokale Helligkeits-Adaptation.....	55
4.3.4.	Laterale Helligkeits-Adaptation.....	55
4.3.5.	Allgemeine Farb-Adaptation.....	56
4.3.6.	Lokale Farb-Adaptation.....	56
4.3.7.	Laterale Farb-Adaptation.....	56
4.4.	Konstanz-Phänomene.....	57
4.5.	Kontrast.....	57
4.6.	Zones of Proximity.....	58
4.7.	Räumliche Wahrnehmung.....	59
4.8.	Licht und Wahrnehmung.....	59
<b>5.</b>	<b>Farbe und Farbmatrik.....</b>	<b>61</b>
5.1.	Farbe.....	61
5.2.	Farbempfinden.....	62
5.3.	Farbmatrik.....	63
5.4.	Historische Entwicklung der Farbenlehre.....	63
5.5.	Additive Farbmischung.....	65

5.6.	RGB-Farbmodell.....	66
5.7.	Subtraktive Farbmischung.....	67
5.8.	CMY-Farbmodell.....	68
5.9.	Integrierte Farbmischung.....	69
5.10.	HSV(HSB)-Farbmodell.....	69
5.11.	HLS-Farbmodell.....	70
5.12.	Dreifarbentheorie.....	71
5.13.	CIE-Normfarbwerte (XYZ-Farbsystem).....	72
5.14.	CIE-Normalbeobachter.....	72
5.15.	CIE-Normfarbtafel.....	73
	5.15.1. Color Gamut.....	74
	5.15.2. CIE-Farbabstandsräume.....	74
5.16.	CIE-UCS-Farbtafel.....	75
5.17.	CIE-LUV-System.....	76
5.18.	CIE-LAB-System.....	77
<b>6.</b>	<b>Farbordnungssysteme.....</b>	<b>79</b>
6.1.	Munsell Book of Color.....	79
6.2.	Munsell-Rotation-System (OSA).....	81
6.3.	Natural Color System (NCS).....	81
6.4.	DIN-Farbkartensystem (DIN 6164).....	82
6.5.	RAL-Design.....	83
6.6.	Ostwald-Farbkreis.....	84
<b>7.</b>	<b>Farbmessung (Colorimetrie).....</b>	<b>85</b>
7.1.	Normlichtarten.....	85
7.2.	Farbwiedergabe-Index $R_a$ .....	85
7.3.	Physikalische Zerlegung des Lichts.....	86
7.4.	Reflexionsgrade von Oberflächen (Körperfarben).....	86
7.5.	Messgeometrien.....	87
	7.5.1. Messgeometrie $45^\circ/0^\circ$ .....	87
	7.5.2. Messgeometrie $2 \times 45^\circ/0^\circ$ .....	87
	7.5.3. Messgeometrie diffus $d/0^\circ$ .....	88
	7.5.4. Messgeometrie diffus $d/8^\circ$ .....	88
7.6.	Dreibereichs-Messverfahren.....	88
7.7.	Spektralphotometrisches Messverfahren.....	88
<b>8.</b>	<b>Farbtemperatur.....</b>	<b>89</b>
8.1.	Schwarzer Strahler.....	89
8.2.	Korrelierte Farbtemperatur.....	90
8.3.	Konsistente Farbtemperatur.....	91
	8.3.1. Film.....	92
	8.3.2. Video.....	92
8.4.	Messen der Farbtemperatur.....	92

8.5.	MIRED-Werte.....	93
8.6.	MIRED-Kelvin-Tabellen.....	94
8.6.1.	Kelvin zu Mired.....	94
8.6.2.	Mired zu Kelvin.....	94
<b>9.</b>	<b>Farbfilter.....</b>	<b>95</b>
9.1.	Pigment-Farbfilter.....	95
9.1.1.	Gelatinefilter.....	95
9.1.2.	Farbgläser.....	95
9.1.3.	Polyesterfilter.....	96
9.1.4.	Polycarbonatfilter.....	96
9.2.	Dichroitische Farbfilter (Interferenz-Filter).....	96
9.3.	Filtersysteme für dichroitische Farbfilter.....	97
9.3.1.	Lineare Blockmischeinheiten.....	97
9.3.2.	Keilfilter.....	98
9.3.3.	Verlaufsfilter.....	98
<b>10.</b>	<b>Filter für besondere Anwendungen.....</b>	<b>99</b>
10.1.	Weichzeichner (Diffusionsfilter).....	99
10.1.1.	Tough-White-Diffusion.....	99
10.1.2.	Tough Frost.....	99
10.1.3.	Tough Spun.....	99
10.1.4.	Tough Rolux.....	99
10.1.5.	Grid Cloth.....	99
10.1.6.	Tough Silk.....	99
10.2.	Polarisationsfilter.....	100
10.3.	UV-Filter.....	100
10.4.	Wärmefilter.....	100
10.4.1.	Thermashield.....	100
10.4.2.	Heat Shield.....	100
10.5.	Neutral-Density-Filter.....	100
<b>11.</b>	<b>Grundlagen der Fotometrie.....</b>	<b>101</b>
11.1.	Lichtstärke I.....	101
11.2.	Lichtstrom $\phi$ (phi).....	101
11.3.	Lichtausbeute $\eta$ (eta).....	102
11.4.	Leuchtdichte L.....	103
11.5.	Beleuchtungsstärke E.....	104
11.5.1.	Fotometrisches Entfernungs-Gesetz.....	104
11.5.2.	Lamberts Cosinus-Gesetz.....	104
11.5.3.	Typische Beleuchtungsstärken.....	105
11.5.4.	Beleuchtungsniveaus.....	105
11.5.5.	Halbstreuwinkel.....	105
11.6.	Gleichmäßigkeit der Beleuchtung.....	106
11.6.1.	Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte.....	106
11.6.2.	Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke.....	106

<b>12. Fotometrie</b> .....	107
12.1. Leuchtdichtemessgerät (Luminance Meter).....	107
12.2. Beleuchtungsstärkemessgerät (Incident Light Meter).....	108
12.3. Tristimulus-Farbmeter.....	109
<b>13. Optik</b> .....	111
13.1. Prisma.....	111
13.2. Linsen.....	111
13.2.1. Sammellinsen (Konvexlinsen).....	112
13.2.2. Zerstreuungslinsen (Konkavlinsen).....	113
13.2.3. Fresnellinsen (Stufenlinsen).....	114
13.3. Linsengesetze.....	114
13.3.1. Abbildungsgleichung.....	114
13.3.2. Abbildungsmaßstab.....	115
13.3.3. Linsen mit verschiedenen Krümmungsradien.....	115
13.3.4. Systeme dünner Linsen.....	115
13.3.5. Dicke Linsen.....	116
13.3.6. Systeme dicker Linsen.....	116
13.3.7. Zeichnerische Konstruktion des Linsenbildes.....	116
13.4. Projektionslinse.....	117
13.5. Fotografische Linse.....	117
13.6. Lupe.....	118
13.7. Brechkraft, Dioptrie.....	119
13.8. Ebener Spiegel.....	119
13.9. Hohlspiegel (Konkavspiegel).....	119
13.9.1. Zeichnerische Lösung des Strahlengangs.....	120
13.9.2. Sphärische Spiegel.....	120
13.9.3. Parabolspiegel.....	121
13.9.4. Ellipsenspiegel.....	121
13.10. Wölbspiegel.....	121
13.11. Blenden.....	122
13.12. Tiefenschärfe.....	123
13.13. Abbildungsfehler.....	124
13.14. Auflösungsvermögen.....	125
13.15. Vergütung optischer Systeme.....	125
<b>14. Gobo</b> .....	127
14.1. Anwendung von Gobos.....	127
14.2. Wichtige Hinweise zum Umgang mit Glasgobos.....	128
14.3. Daten und Vorlagen für die Goboproduktion.....	128
<b>15. Scheinwerfer</b> .....	131
15.1. Stufenlinsen-Scheinwerfer (Fresnel-Linsen).....	131
15.2. Plan-Konvex-Scheinwerfer (PC-Scheinwerfer).....	131

15.3. Profil-Scheinwerfer.....	132
15.4. Verfolger-Scheinwerfer.....	133
15.5. Parabolspiegel-Scheinwerfer.....	133
15.6. Symmetrische Flächen-Scheinwerfer.....	134
15.7. Asymmetrische Flächen-Scheinwerfer.....	134
15.8. Weichstrahler.....	135
15.9. Leuchtstoff-Lampen.....	135
15.10. Moving Lights (Multifunktions-Scheinwerfer).....	136
<b>16. Leuchtmittel.....</b>	<b>137</b>
16.1. Festkörperlampen.....	137
16.1.1. Übliche Defekte bei Halogen-Glühlampen.....	139
16.1.2. Wendelformen.....	139
16.2. Gasentladungslampen.....	140
16.2.1. Niederdrucklampen.....	141
16.2.1.1. Natriumdampf-Niederdrucklampen.....	142
16.2.1.2. Leuchtstofflampen.....	142
16.2.2. Hochdrucklampen.....	144
16.2.2.1. Quecksilberdampf-Hochdrucklampe.....	147
16.2.2.2. Natriumdampf-Hochdrucklampe.....	147
16.2.2.3. Hochdruck-Metall dampflampe.....	147
16.2.2.4. Xenon-Bogenlampe.....	149
16.2.3. Übliche Defekte bei Gasentladungslampen.....	149
16.3. Leuchtdioden (LED).....	150
16.3.1. Abstrahlwinkel und Optik (Kollimator).....	150
16.3.2. Wirkungsgrad.....	151
16.3.3. Intensität.....	151
16.3.4. Lebensdauer.....	151
16.3.5. Weißes Licht mit Leuchtdioden.....	151
16.3.6. Farbmessung von Leuchtdioden.....	152
16.3.7. Binning.....	153
16.3.8. LED-Typen.....	153
16.3.8.1. T-Type.....	153
16.3.8.2. SMD-Type.....	153
16.3.8.3. COB-Type.....	153
16.3.9. Helligkeitssteuerung.....	153
16.4. Spezifizierung und Standardisierung von Leuchtmitteln.....	154
16.5. PAR-Leuchtmittel.....	155
16.6. Brennlage.....	155
16.7. Leuchtmittelsockel.....	156
16.7.1. Einseitige Sockel.....	157
16.7.2. Zweiseitige Sockel.....	157
16.7.3. Glassockel.....	157
16.7.4. Keramiksockel.....	157

---

16.7.5. Metallsockel.....	157
16.7.6. Sockelbezeichnungssystem.....	158
16.8. Entsorgung von Leuchtmitteln.....	159
16.8.1. Entsorgung von Festkörperlampen.....	159
16.8.2. Entsorgung von Gasentladungslampen.....	159
16.8.3. Vorschaltgeräte.....	159
<b>17. Beleuchtungsarten.....</b>	<b>161</b>
17.1. Allgemeine Lichtgestaltung.....	161
17.1.1. Licht zum Sehen (Ambient Light).....	161
17.1.2. Licht zum Hinsehen (Focal Glow).....	161
17.1.3. Licht zum Ansehen (Play of Brilliance).....	161
17.1.4. Direktes Licht (hartes Licht).....	161
17.1.5. Indirektes Licht (weiches Licht).....	161
17.1.6. Hauptlicht.....	162
17.1.7. Aufhelllicht.....	162
17.1.8. Akzentlicht.....	162
17.2. Bühnenbeleuchtung.....	162
17.2.1. Vorderlicht.....	162
17.2.2. Oberlicht.....	162
17.2.3. Kopflicht.....	162
17.2.4. Gegenlicht.....	163
17.2.5. Seitenlicht.....	163
17.2.6. Gassenlicht.....	163
17.2.7. Unterlicht, Fußlicht.....	163
17.2.8. Horizont-/Hintergrundlicht.....	163
17.3. Hintergrund-Beleuchtung.....	163
17.4. Film- und Fernsehbeleuchtung.....	164
17.4.1. Führungslicht.....	164
17.4.2. Aufhelllicht.....	165
17.4.3. Spitzlicht.....	165
17.4.4. Augenlicht/Vorderlicht.....	165
17.4.5. Unterlicht.....	166
17.4.6. Seitenlicht.....	166
17.4.7. Kantenlicht.....	166
17.4.8. Fülllicht.....	167
17.4.9. Kicker.....	167
17.4.10. Grundlicht.....	167
17.4.11. Dekorationslicht.....	167
17.4.12. Horizont-/Hintergrundlicht.....	167
17.4.13. Dreipunkt-Ausleuchtung.....	167
17.4.14. Vierpunkt-Ausleuchtung.....	167
17.4.15. Mehrpunkt-Mehrkamera-Ausleuchtung.....	168
17.5. Lichtstile für Film- und Fernsehen.....	168
17.5.1. Normalstil.....	168
17.5.2. Low-Key-Stil.....	168

17.5.3. Aufgehellter Low-Key-Stil.....	168
17.5.4. Very-Low-Key-Stil.....	168
17.5.5. High-Key-Stil.....	168
<b>18. Grundlagen der Film- und Fernsehbeleuchtung.....</b>	<b>169</b>
18.1. Oberflächenhelligkeit.....	169
18.1.1. Reflexion von Oberflächen.....	169
18.1.2. Oberflächenbeschaffenheit.....	170
18.1.3. Betrachtungswinkel.....	170
18.1.4. Oberflächenform.....	171
18.2. Beleuchtung.....	171
18.3. Kontraste.....	171
18.3.1. Tonaler Kontrast.....	171
18.3.2. Kontrastbereich.....	172
18.3.3. Kontrastumfang.....	172
18.3.4. Details.....	173
18.4. Schatten.....	173
18.5. Grauskala.....	174
<b>19. Film.....</b>	<b>177</b>
19.1. Film- und Fotomaterial.....	177
19.2. Belichtung von Filmmaterial.....	178
19.3. Entwicklung von Filmmaterial.....	179
19.4. Definition der Belichtung H.....	180
19.5. Filmempfindlichkeit.....	181
<b>20. Video.....</b>	<b>183</b>
20.1. Erzeugen von Farbwertanteilen mit CCD-Wandler.....	183
20.2. Weißabgleich.....	183
20.2.1. Weißabgleich mit einer weißen Vorlage.....	184
20.2.2. Weißabgleich mit einer farbigen Vorlage.....	184
20.3. Schwarzabgleich.....	184
20.4. YUV-Farbmodell für PAL-Farbfernsehen.....	185
20.5. YIQ-Farbmodell für NTSC-Farbfernsehen.....	187
20.6. sRGB (standardisierter RGB-Farbraum).....	188
<b>21. Bildwiedergabesysteme.....</b>	<b>189</b>
21.1. CRT-Bildschirme.....	189
21.2. Gamma-Korrektur (Gradation).....	190
21.3. Flüssigkristall-Anzeigen (LCD).....	190
21.4. Plasma-Anzeigen.....	191
<b>22. Großbildprojektion.....</b>	<b>193</b>
22.1. Kathodenstrahl-Projektor (CRT-Projektor).....	193



---

22.2. LCD-Projektor.....	193
22.3. ILA-Projektor.....	194
22.4. Eidophor-Projektor.....	194
22.5. DLP-Projektor.....	195
22.6. Definition von ANSI-LUMEN.....	196
22.7. Brennweitenbestimmung einer Projektionsoptik.....	197
22.8. Brennweitenbestimmung für Dia-Projektion.....	198
<b>23. Grundlagen der Moving Light Programmierung.....</b>	<b>199</b>
23.1. Terminologie.....	199
23.2. Benutzeroberfläche von Moving-Light-Konsolen.....	199
23.3. Scheinwerfer-Nummerierung.....	200
23.4. DMX (Digital Multiplex).....	200
23.5. Parameter.....	201
23.5.1. Crossfade.....	201
23.5.2. Bump, Snap Change.....	202
23.5.3. Indizierte Parameter.....	202
23.5.4. Parameterarten.....	202
23.5.4.1. Pan und Tilt.....	202
23.5.4.2. Intensität (Intensity).....	202
23.5.4.3. Shutter Strobe.....	202
23.5.4.4. CMY-Farbmischung.....	202
23.5.4.5. Feste Farben (Fixed Color).....	203
23.5.4.6. Feste Gobos (Fixed Gobo).....	203
23.5.4.7. Rotierende Gobos (Rotating Gobo).....	203
23.5.4.8. Rotiergeschwindigkeit (Rotation Speed).....	203
23.5.4.9. Iris.....	203
23.5.4.10. Frost.....	203
23.5.4.11. Mode Channel.....	203
23.5.4.12. Speed.....	204
23.5.4.13. Control.....	204
23.5.5. Speed Channel.....	204
23.6. Paletten/Presets.....	205
23.7. HTP/LTP.....	205
23.8. Tracking.....	206
23.8.1. Vorteile von Tracking.....	206
23.8.2. Nachteile von Tracking.....	206
23.9. BLOCK Cue.....	207
23.10. MARK Cue.....	207
23.11. Effekte und Effektgeneratoren.....	209
23.12. Manuelle Effekte (Chaser).....	210
23.12.1. Kicks.....	210
23.12.2. Stabs.....	210

23.12.3.	Ballyhoo.....	210
23.12.4.	Fading Pulse.....	210
23.12.5.	Random Strobe.....	210
23.12.6.	Fireworks, Droplet.....	210
23.12.7.	Line Chase.....	211
23.12.8.	Gobo Rocker.....	211
23.12.9.	Rainbow.....	211
23.13.	Timecode und MIDI.....	211
23.13.1.	Timecode.....	211
23.13.2.	MIDI/MSD.....	212
23.13.2.1.	MIDI.....	213
23.13.2.2.	MSD.....	213
23.14.	Notizen zur Programmierung.....	214
<b>24.</b>	<b>Digital Lighting und Media-Server.....</b>	<b>215</b>
24.1.	Digital Lighting.....	215
24.1.1.	Digital Lighting mit Videoprojektoren.....	215
24.1.2.	Digital Lighting mit LED-Paneelen.....	215
24.2.	Media-Server.....	216
24.2.1.	Medieninhalte (Content).....	216
24.2.2.	Ein- und Ausgabe.....	217
24.2.3.	Datensicherheit.....	217
24.2.4.	Pixel-Mapping.....	218
24.2.5.	Effekte.....	218
24.2.6.	Parameter von Media-Servern.....	219
<b>25.</b>	<b>Grundlagen der Elektrotechnik.....</b>	<b>221</b>
25.1.	Formeltabelle.....	221
25.2.	Elektrischer Strom [I].....	222
25.3.	Elektrische Spannung [U].....	222
25.4.	Elektrischer (Ohm'scher) Widerstand [R].....	222
25.5.	Elektrischer Widerstand von Leitern.....	223
25.6.	Elektrische Reihenschaltung.....	223
25.7.	Elektrische Parallelschaltung.....	223
25.8.	Elektrische Leistung (P).....	224
25.9.	Elektrische Arbeit (W).....	224
25.10.	Kosten elektrischer Arbeit (K).....	224
25.11.	Wirkungsgrad ( $\eta$ ).....	224
25.12.	Wechselspannung und -strom.....	225
25.12.1.	Induktiver Widerstand.....	225
25.12.2.	Kapazitiver Widerstand.....	225
25.12.3.	Phasenverschiebung und Leistung.....	225
25.12.4.	Blindleistung, Scheinleistung und $\cos \varphi$ .....	226

25.12.5. Cos $\varphi$ bei Aggregaten.....	226
25.12.6. Gleichzeitigkeitsfaktor.....	227
25.13. Drehstrom.....	228
<b>26. Elektrotechnik.....</b>	<b>229</b>
26.1. Die fünf Sicherheitsregeln.....	229
26.2. Schutz gegen direktes Berühren.....	229
26.3. Dimmer.....	230
26.4. Lastkabel-Systeme.....	232
26.4.1. Leistungsstufen und Kabelquerschnitte.....	233
26.4.2. Lastkabel-Systeme.....	233
26.5. Typische Leistungen und Ströme.....	233
26.5.1. Schutzkontaktsteckdose.....	233
26.5.2. CEE.....	233
26.5.3. Typische Dimmerströme.....	234
26.6. Sicherungen (MCB).....	234
26.7. FI-Schutzschalter (RCD).....	234
26.8. Typische Strombelastbarkeit elektrischer Leitungen.....	235
26.9. Dimensionierung von Leitungsschutzsicherungen.....	236
26.9.1. Strombelastbarkeit für flexible Leitungen.....	236
26.9.2. Umrechnungsfaktoren für abweichende Umgebungstemperaturen.....	236
26.9.2.1. Umgebungstemperatur über 30° C.....	236
26.9.2.2. Umgebungstemperatur über 50° C.....	237
26.10. CEE-Anschlussbuchsenbelegung und Norm.....	238
26.10.1. Messen von CEE-Anschlussbuchsen.....	238
26.11. Kennfarben von Leitungen und Kabeln.....	239
26.11.1. Aderkennzeichnung nach DIN VDE 0100, Teil 200.....	239
26.11.2. Aderkennzeichnung nach DIN VDE 0293.....	239
26.11.2.1. Mehr- und vieladrige flexible Leitung.....	239
26.11.2.2. Mehr- und vieladrige Kabel und Leitungen für feste Verlegung.....	239
26.12. Bezeichnung von Leitungen.....	240
26.13. Geräte-Steckverbinder nach IEC.....	240
26.14. Schutzklassen.....	241
26.15. IP-Schutzarten.....	241
26.16. Sicherheitskennzeichen an Leuchten.....	242
26.16.1. ENEC-Zeichen.....	242
26.16.2. CE-Zeichen.....	242
26.17. Kenn- und Prüfzeichen.....	243
26.18. Funkentstörung.....	244
26.19. Vermeidung von HF- und NF-Störungen.....	244

<b>27. Netzwerke</b> .....	245
27.1. DMX512.....	246
27.1.1. Bit- und Spannungszuordnung.....	246
27.1.2. Steckerbelegung.....	246
27.1.3. Leitungsdimensionierung und -abschluss.....	246
27.1.4. Digital Multiplex, Topologie und Adressierung.....	248
27.1.5. Übertragungsprotokoll.....	248
27.1.6. Nachteile.....	249
27.2. Netzwerk-Topologien.....	250
27.2.1. Ring-Topologie.....	250
27.2.2. Stern-Topologie.....	250
27.2.3. Bus-Topologie.....	250
27.2.4. Baum-Topologie.....	250
27.2.5. Peer-to-Peer-Netzwerk.....	250
27.2.6. Client-Server-Netzwerk.....	250
27.2.7. LAN (Local Area Network).....	251
27.2.8. WAN (Wide Area Network).....	251
27.2.9. WLAN (Wireless Local Area Network), WiFi.....	251
27.2.10. Internet.....	251
27.2.11. Intranet.....	251
27.2.12. VLAN.....	251
27.3. Netzwerkverteiler und -geräte.....	252
27.3.1. DMX-Booster.....	252
27.3.2. Hub.....	252
27.3.3. Switch.....	252
27.3.4. Repeater.....	252
27.3.5. Bridge.....	253
27.3.6. Router.....	253
27.3.7. Gateway.....	253
27.3.8. Firewall.....	253
27.4. Grundlagen Ethernet.....	254
27.4.1. OSI-Referenzmodell (ISO/OSI 7-Schichtmodell).....	254
27.4.2. CSMA/CD.....	254
27.4.3. TCP/IP.....	255
27.4.4. TCP.....	255
27.4.5. UDP.....	255
27.4.6. IP.....	256
27.4.6.1. Adressklassen.....	256
27.4.6.2. Private IP-Adressen.....	256
27.4.6.3. Subnetzmasken.....	257
27.4.6.4. Time-To-Live (TTL).....	257
27.4.6.5. Problem- und Fehlersuche mit Windowssystemen.....	257
27.4.7. MAC-Adresse.....	258
27.4.8. Formen der Netzwerkkommunikation.....	258

27.4.8.1. Multicast-Übertragung.....	258
27.4.8.2. Broadcast-Übertragung.....	258
27.4.8.3. Unicast-Übertragung.....	258
27.4.9. Collision Domain.....	259
27.4.10. 5 – 4 – Regel.....	259
27.4.11. Spanning Tree.....	259
27.5. Ethernet-Protokolle zur Lichtsteuerung.....	260
27.5.1. MA-Net.....	260
27.5.2. ArtNet.....	261
27.5.3. PathPort.....	261
27.6. grandMA-IP-Adressen und Einstellungen.....	261
27.7. WholeHogIII-IP-Adressen.....	261
27.8. Verkabelungsformen.....	262
27.8.1. Netzwerke mit Koaxialkabel.....	262
27.8.2. Netzwerke mit Twisted-Pair-Kabel.....	262
27.8.3. Steckverbindungen.....	264
27.8.4. Crossover-Kabel.....	265
27.9. Systemvergleich DMX - Ethernet.....	265
27.10. Probleme bei Ethernet-Netzwerken.....	266
27.11. Fehlersuche in Ethernet-Netzwerken.....	266
27.12. ACN (Architecture for Control Networks).....	267
<b>28. Mechanik.....</b>	<b>269</b>
28.1. Grundlagen der Statik.....	269
28.1.1. Freistellen von Kräften.....	269
28.1.2. Kräfte auf einer Wirkungslinie.....	270
28.1.3. Kräfte auf einer Wirkungslinie mit beliebigen Richtungen.....	270
28.1.4. Zentrales Kräftesystem mit beliebigen Richtungen.....	271
28.1.5. Gleichgewichtsbedingungen im zentralen Kräftesystem.....	271
28.1.6. Gleichgewichtsbedingungen im allgemeinen Kräftesystem.....	271
28.1.7. Gleichgewichtsbedingungen mit Streckenlasten.....	272
28.2. Berechnung von Bridle-Längen.....	273
28.3. Berechnung von Bridle-Kräften.....	273
28.4. Tabelle zur Bridle-Kraft $F_1$ .....	274
28.5. Tabelle zur Bridle-Kraft $F_2$ .....	275
<b>29. Rigging.....</b>	<b>277</b>
29.1. Lasten über Personen.....	277
29.1.1. Grundsätzliche Sicherheitsanforderungen.....	277
29.1.2. Konstruktive Anforderungen.....	277
29.1.3. Eigensicherheit durch Dimensionierung der Arbeitsmittel.....	278
29.1.3.1. Betriebskoeffizient (Sicherheitsbeiwert).....	278
29.1.3.2. Dimensionierung und Tragfähigkeit.....	278
29.1.4. Einfehlersicherheit durch Sekundärsicherung.....	278

29.1.4.1. Ortsfeste Montage.....	279
29.1.4.2. Ortsveränderliche Montage.....	279
29.2. Traversen.....	279
29.2.1. Sicherheitstechnische Festlegungen für Traversen.....	281
29.3. Traversen-Typen.....	281
29.4. Fachwerksverlauf.....	282
29.5. Verbinder-Typen.....	282
29.5.1. Flanschplatten-Verbinder.....	282
29.5.2. Rohr-Verbinder.....	283
29.5.3. Gabel-Zapfen-Verbinder.....	283
29.5.4. Konus-Verbinder.....	283
29.6. Kräfte innerhalb einer Traverse.....	284
29.6.1. Biegung.....	284
29.6.2. Durchbiegung.....	284
29.6.3. Querkraft.....	285
29.7. Belastungsarten.....	286
29.7.1. Gleichmäßig verteilte Last.....	286
29.7.2. Punktlasten.....	286
29.7.3. Mehrere Punktlasten.....	286
29.7.4. Ungleichmäßige Belastung.....	286
29.7.5. Lasteinleitung.....	287
29.7.6. Kriterien zur Auswahl eines geeigneten Traversen-Typen.....	287
29.7.7. Belastungen von Leiter-Traversen.....	287
29.7.8. Belastung von Traversen-Knoten (Ecken).....	287
29.8. Trägerarten.....	288
29.8.1. Einfeldträger.....	288
29.8.2. Beidseitig eingespannter Träger.....	288
29.8.3. Auskragende Träger.....	288
29.8.4. Mehrfeldträger.....	288
29.9. Anschlagmethoden.....	289
29.9.1. Anschlagen von Vierpunkt-Traversen.....	289
29.9.1.1. Einfache Aufhängung (Direct Hitch).....	289
29.9.1.2. Geschnürte Aufhängung (Choke Hitch).....	290
29.9.1.3. Korbaufhängung (Basket Hitch).....	290
29.9.2. Anschlagen von Dreipunkt-Traversen.....	290
29.9.2.1. Spitze nach Oben.....	290
29.9.2.2. Spitze nach Unten.....	290
29.10. Anschlagmittel.....	291
29.10.1. Definition SWL und WLL.....	291
29.10.2. Anschlagöse.....	291
29.10.3. Starre Anschlagmittel.....	291
29.10.4. Ketten.....	292
29.10.4.1. Ablegereife von Ketten.....	292

29.10.5.	Drahtseile.....	292
29.10.5.1.	Tragfähigkeit von Drahtseilen als Anschlagmittel für Lasten über Personen.....	293
29.10.5.2.	Biegung von Drahtseilen.....	293
29.10.5.3.	Ablegereife von Drahtseilen.....	294
29.10.6.	Rundschlingen (Spannssets).....	294
29.10.7.	Rundschlingen mit Stahleinlage (Steel-Flex).....	295
29.10.8.	Tragfähigkeit von Rundschlingen.....	295
29.10.8.1.	Tragfähigkeit von Rundschlingen als Anschlagmittel für Lasten über Personen.....	295
29.10.8.2.	Belastbarkeit festgezogener Schlingen.....	296
29.10.8.3.	Belastbarkeit umgelegter Schlingen.....	296
29.10.8.4.	Ablegereife von Rundschlingen.....	296
29.11.	Punktzüge und Hebezeuge.....	297
29.11.1.	BGV D8 (früher VBG 8).....	297
29.11.2.	BGV D8 Plus.....	297
29.11.3.	BGV C1 (früher VBG 70).....	297
29.11.3.1.	Lastart „Einzellast“ .....	298
29.11.3.2.	Lastart „Streckenlast an zwei Zügen“ .....	298
29.11.3.3.	Lastart „Streckenlast an mehr als zwei Zügen.....	299
29.11.3.4.	Lastart „Biegemoment freie Last“ .....	299
29.11.3.5.	Lastart „Flächenlast an drei Zügen“ .....	299
29.11.3.6.	Lastart „Flächenlast an mehr als drei Zügen“ .....	299
29.11.3.7.	Lastart „Geführte Last“ .....	300
29.11.4.	Vergleich der Einsatzgebiete der verschiedenen Punktzugarten bei Anwesenheit von Personen unter der Last.....	300
29.11.5.	Planung und Prüfung nach BGV C1.....	300
29.12.	Sicherungsseil (Safety, Sekundärsicherung).....	301
29.12.1.	BGV C1.....	301
29.12.2.	DIN VDE 0711-217.....	301
29.12.3.	BGI 810-3 (SP 25.1/2-4).....	301
29.12.4.	DIN 56927.....	302
29.13.	Sicherheit beim Aufhängen von Spiegelkugeln.....	303
29.14.	Seilknoten.....	304
29.14.1.	Palstek.....	304
29.14.2.	Achternknoten.....	304
29.14.3.	Sackstich.....	305
29.14.4.	Bandschlingknoten.....	305
29.14.5.	Halbmastwurf.....	305
29.14.6.	Mastwurf.....	306
29.14.7.	Einfacher Spierenstich.....	306
29.14.8.	Doppelter Spierenstich.....	306
29.14.9.	Prusikknoten.....	306

<b>30. Technisches Zeichnen</b> .....	307
30.1. Blattgrößen.....	307
30.2. Faltungen.....	308
30.2.1. Mit gelochtem Heftrand für Ablage in Heftern.....	308
30.2.2. Ohne Heftung für Ablage in Fächern oder Taschen.....	309
30.3. Linienarten und Anwendungen.....	311
30.4. Das Schriftfeld.....	312
30.5. Maßstäbe.....	312

## **TEIL 2 – Daten und Tabellen**

<b>31. Winkeltabellen</b> .....	315
31.1. Lichtkegeldurchmesser nach Entfernung und Winkel.....	315
31.2. Lichtkegeldurchmesser ETC Source Four™.....	316
31.2.1. ETC Source Four™ 5°, 10°, 19°.....	316
31.2.2. ETC Source Four™ 26°, 36°, 50°.....	316
31.2.3. ETC Source Four™ Zoom 15-30°.....	317
31.2.4. ETC Source Four™ Zoom 25-50°.....	317
31.2.5. ETC Source Four™ PARnel.....	318
31.2.6. ETC Source Four™ EA PAR.....	318
<b>32. Scheinwerferintensitäten</b> .....	321
32.1. Kunstlicht.....	321
32.1.1. 500 W-PAR.....	321
32.1.2. 1000 W-PAR.....	321
32.1.3. 300 W Stufenlinse.....	321
32.1.4. 500 W Stufenlinse.....	321
32.1.5. 650 W Stufenlinse.....	321
32.1.6. 1 KW-Stufenlinsen.....	322
32.1.7. 2 KW-Stufenlinsen.....	322
32.1.8. 5 KW-Stufenlinsen.....	322
32.1.9. 10 KW-Stufenlinsen.....	322
32.2. Weichstrahler.....	322
32.2.1. 1,2 KW-Weichstrahler.....	322
32.2.2. 2,5 KW-Weichstrahler.....	323
32.2.3. 5 KW-Weichstrahler.....	323
32.3. Profilscheinwerfer.....	323
32.3.1. 600 W-Profilscheinwerfer 19°.....	323
32.3.2. 600 W-Profilscheinwerfer 36°.....	323
32.3.3. 600 W-Profilscheinwerfer 15°/32° Zoom.....	323
32.3.4. 1200 W-Profilscheinwerfer 24°/40° Zoom.....	323
32.3.5. 1000 W-Xenon Verfolger 6°/15° Zoom.....	324
32.4. Tageslicht.....	324
32.4.1. 200 W-Stufenlinsen.....	324



32.4.2.	575 W-Stufenlinsen.....	324
32.4.3.	1,2 KW-Stufenlinsen.....	324
32.4.4.	2,5 KW-Stufenlinsen.....	324
32.4.5.	4 KW-Stufenlinsen.....	325
32.4.6.	6 KW-Stufenlinsen.....	325
32.4.7.	12 KW-Stufenlinsen.....	325
32.4.8.	18 KW-Stufenlinsen.....	325
32.4.9.	1,2 KW-PAR.....	326
32.4.10.	2,5 KW-PAR.....	326
32.4.11.	4 KW-PAR.....	326
32.4.12.	6 KW-PAR.....	326
<b>33.</b>	<b>Gobogrößen.....</b>	<b>327</b>
33.1.	Standardgrößen.....	327
33.1.1.	Metallgobos.....	327
33.1.2.	Glasgobos.....	327
33.2.	Gobogrößen für Moving Lights und Projektoren.....	327
33.2.1.	Metall- und Glasgobos.....	327
33.2.2.	Glasgobos.....	333
33.3.	Gobogrößen für Profilscheinwerfer.....	334
<b>34.</b>	<b>DMX-DipFix-Adressierung.....</b>	<b>335</b>
<b>35.</b>	<b>Steckerbelegungen.....</b>	<b>341</b>
35.1.	Lastkabel 2 KW für Dimmer und Stromverteilungen.....	341
35.2.	Lastkabel 5 KW für Dimmer und Stromverteilungen.....	341
35.3.	DMX-Steckerbelegung.....	341
35.4.	Rainbow/Colorfader Distrobox → Farbwechsler.....	342
35.5.	Rainbow-Farbwechsler PSA → Distrobox (NL4).....	342
35.6.	Wybron Distrobox → Farbwechsler.....	342
35.7.	Multicore-Auflösung für Motorcontroller.....	342
35.8.	Steckerbelegung Tageslichtscheinwerfer, TL-575 VEAM.....	342
35.9.	Steckerbelegung Tageslichtscheinwerfer, TL-1200 VEAM.....	342
35.10.	Steckerbelegung Tageslichtscheinwerfer, TL-2500 VEAM.....	343
35.11.	Steckerbelegung Tageslichtscheinwerfer, TL-4000 VEAM.....	343
35.12.	SOCAPEX-Lastkabeladapter 2 KW für Dimmer und Stromverteilungen, SOCAPEX → HAN16.....	344
35.13.	SOCAPEX-Lastkabeladapter 2 KW für Dimmer und Stromverteilungen, Schuko → SOCAPEX.....	344
35.14.	SOCAPEX-Lastkabeladapter 2 KW für Dimmer und Stromverteilungen, SOCAPEX → Schuko.....	345
35.15.	SOCAPEX-Multicore-Auflösung für Motorcontroller.....	345

<b>36. Leuchtmittel-Vergleichstabelle.....</b>	<b>347</b>
36.1. Halogen-Quarzglaslampen, einseitig gesockelt.....	347
36.2. Halogen-Quarzglaslampen, zweiseitig gesockelt.....	348
36.3. Kleinspannung Halogen-Quarzglaslampen.....	348
36.4. PAR56- und PAR64- Halogen-Reflektorlampe.....	349
36.5. Entladungslampen, einseitig gesockelt.....	349
36.6. Entladungslampen, zweiseitig gesockelt.....	350
<b>37. Farbfilter-Vergleichslisten.....</b>	<b>351</b>
37.1. LEE ↔ ROSCO.....	351
37.2. LEE.....	354
37.3. ROSCO.....	356
37.4. EUROFILTER ↔ ROSCO Supergel.....	359
37.5. EUROFILTER ↔ ROSCO Cinecolor.....	361
37.6. EUROFILTER ↔ GAMcolor.....	361
37.7. Korrekturfilter LEE ↔ ROSCO.....	363
<b>38. Korrektur- und Kompensationsfilter.....</b>	<b>365</b>
38.1. Farbtemperatur-Korrekturfilter.....	365
38.2. Farbtemperatur-Kompensationsfilter.....	366
38.3. Neutral-Density-Filterreihe.....	366
<b>39. Belastungsgrenzen verschiedener Traversensysteme.....</b>	<b>367</b>
39.1. Thomas Engineering.....	367
39.1.1. 30,5 cm General Purpose Truss.....	367
39.1.2. 45 cm x 30,5 cm General Purpose Truss.....	367
39.1.3. 59 cm General Purpose Triangular Truss.....	367
39.1.4. 52 cm General Purpose Truss.....	367
39.1.5. Heavy Duty Truss.....	367
39.1.6. 30,5 cm Superlite Truss.....	367
39.1.7. 40 cm Superlite Truss.....	367
39.1.8. 30,5 cm Squarelite Truss.....	368
39.1.9. 40 cm Squarelite Truss.....	368
39.1.10. 30,5 cm Supertruss.....	368
39.1.11. 45 cm x 30,5cm Supertruss.....	368
39.1.12. 52 cm Supertruss.....	368
39.1.13. 52 cm Fold Flat Supertruss.....	368
39.1.14. 52 cm Folding Supertruss.....	368
39.1.15. 76 cm Folding Supertruss.....	369
39.1.16. 76 cm x 52 cm Supertruss.....	369
39.1.17. Supermegatruss.....	369
39.1.18. Pre-rig Truss.....	369
39.1.19. Pre-rig Truss, bestückt.....	369
39.1.20. Single Bar Pre-rig Supertruss.....	369
39.1.21. Pre-rig Supertruss.....	370

39.2. Total Fabrications.....	370
39.2.1. Double Par Truss.....	370
39.2.2. Fold Flat Truss.....	370
39.2.3. Folding Catwalk Truss.....	370
39.2.4. Folding Triangular Truss.....	370
39.2.5. 30,5 cm Light Duty Truss.....	371
39.2.6. 30,5 cm x 45,7 cm Light Duty Truss.....	371
39.2.7. Medium Duty Truss.....	371
39.2.8. Heavy Duty Truss.....	371
39.2.9. Serious Light Duty Truss.....	371
39.2.10. Serious Medium Duty Truss.....	372
39.2.11. Serious Heavy Duty Truss.....	372
39.2.12. Triangular Medium Duty Truss.....	372
39.2.13. Triangular XO Truss.....	372
39.2.14. Square XO Truss.....	372
39.3. Slick Systems.....	373
39.3.1. Litebeam.....	373
39.3.2. Litebox.....	373
39.3.3. Minibeam.....	373
39.3.4. Maxibeam.....	374
39.3.5. Novabeam Lite.....	374
39.3.6. Novabeam.....	374
39.3.7. GS Light.....	375
39.3.8. GS Truss.....	375
39.3.9. Superbeam.....	375
39.3.10. Folding Truss.....	376
39.4. Prolyte.....	376
39.4.1. X30D.....	376
39.4.2. X30V.....	376
39.4.3. H30D.....	376
39.4.4. H30V.....	377
39.4.5. X40D.....	377
39.4.6. X40V.....	377
39.4.7. H40D.....	378
39.4.8. H40V.....	378
39.4.9. S36R.....	378
39.4.10. S36V.....	378
39.4.11. S52F.....	379
39.4.12. S52SV und S52V.....	379
39.4.13. S66R und S66V.....	379
39.4.14. S100F.....	380
39.4.15. B100RV.....	380

<b>40. Belastungstabellen für Anschlagmittel.....</b>	<b>381</b>
40.1. Anschlagseile, Kabelschlagseile prEN 13144-3 mit SE.....	381
40.2. Anschlagseil „Flämisches Auge“ prEN 13411-3 mit SE.....	381
40.3. Polyester Rundschnur nach DIN EN 1492-2.....	381
40.4. Anschlagkette Güteklasse 8 DIN EN 818-4.....	382
40.5. Ringschraube DIN 580 Werkstoff C15.....	382

### **TEIL 3 – Sicherheit und Organisation**

<b>41. Arbeitssicherheit.....</b>	<b>385</b>
41.1. Arbeitsschutzbestimmungen.....	385
41.2. Gültigkeit und Verbindlichkeit.....	386
41.3. Die Berufsgenossenschaften.....	386
41.4. Unfallverhütungsvorschriften und DIN-Normen.....	387
41.5. Regeln der Sicherheitstechnik für Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung (BGV C1).....	387
41.6. Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und BGV A1.....	388
41.7. DIN 15750 – Technische Dienstleistungen in der Veranstaltungstechnik.....	388
41.8. Sicherheits-Hierarchie.....	390
41.9. Anwesenheitspflicht technischer Fachkräfte bei Produktionen in Veranstaltungs- und Produktionsstätten.....	390
41.10. Anwesenheitspflicht der Verantwortlichen für Veranstaltungstechnik nach §40 Muster-VstaettVO.....	390
41.11. Kriterien zur Auswahl der erforderlichen Qualifikation.....	392
41.12. Prüfung elektrischer Anlagen und maschinentechnischer Einrichtungen.....	392
41.13. Persönliche Schutzausrüstung.....	394
41.14. Entflammbarkeitsklassen / Brennbarkeitsklassen.....	395
41.15. Einige Fragen zur Sicherheitstechnik für Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung.....	395
41.16. Tatsächliche Unfallursachen.....	400
<b>42. Die wichtigsten Punkte der DGUV Vorschrift 17.....</b>	<b>401</b>
<b>43. Die wichtigsten Punkte der Muster-Versammlungsstätten-Verordnung.....</b>	<b>411</b>
<b>44. Wichtige Gesetze, Normen und Vorschriften.....</b>	<b>421</b>
44.1. Wichtige Gesetze und Vorschriften.....	421
44.1.1. Gesetze.....	421
44.1.2. Verordnungen.....	421
44.1.3. Vorschriften (autonome Rechtsnormen).....	421
44.1.4. Allgemein anerkannte Regeln und Normen der Technik.....	421
44.1.5. Richtlinien.....	421

44.2.	Vorschriften der Berufsgenossenschaften (BGV).....	422
44.3.	Unfallverhütungsvorschriften (UVV).....	423
44.4.	DIN- und EU-Normen: Schwerpunkt Licht und Elektrik.....	424
44.5.	DIN- und EU-Normen: Schwerpunkt Bühne.....	426
44.6.	VDE-Regelwerk (mit EN-Bezeichnungen).....	428
44.7.	Nationale Normen: Traversensysteme.....	430
44.8.	Internationale Normen: Traversensysteme.....	431
44.9.	Bezugsquellen für DIN, UVV.....	432
<b>45.</b>	<b>Leitfaden für Sicherheit und Organisation.....</b>	<b>433</b>
45.1.	Behördliche Anmeldeverfahren und Regelungen.....	433
45.2.	Zu beachtende Regelungen.....	434
45.3.	Sonstiges.....	435
<b>46.</b>	<b>Checkliste für eine erfolgreiche Veranstaltung.....</b>	<b>437</b>
46.1.	Veranstaltungsort, -halle.....	437
46.2.	Rigging.....	438
46.3.	Allgemeines.....	438

## **TEIL 4 – Eine Einführung in Dunst- und Nebel effekte**

<b>47.</b>	<b>Einleitung zu Dunst- und Nebel effekten.....</b>	<b>441</b>
47.1.	Vorwort.....	441
47.2.	Einleitung.....	441
<b>48.</b>	<b>Rauch- und Nebel effekte.....</b>	<b>443</b>
48.1.	Raucheffekte.....	443
48.2.	Nebel effekte.....	444
48.2.1.	Nebel (Fog).....	445
48.2.2.	Bodennebel (Low-Lying-Fog).....	445
48.2.3.	Dunst (Haze).....	445
48.2.4.	Schwerer Nebel (Mist).....	446
48.2.5.	Verwendete Nebel fluide zur Dunst- und Nebel erzeugung.....	446
48.2.6.	Wasser.....	449
48.2.7.	Wasser-Glykol-Mischung.....	449
48.2.8.	PEG200, Triethylen-Glykol und Mineralöl-Fluide.....	451
48.2.9.	Sicherheitshinweis zu Nebel fluiden.....	452
<b>49.</b>	<b>Methoden zur Nebel erzeugung.....</b>	<b>453</b>
49.1.	Nebel durch Erhitzen (Heated Fog).....	453
49.1.1.	Glykol-Pumpen-Methode (Verdampfer-Prinzip).....	454
49.1.1.1.	Das Heizelement.....	455
49.1.1.2.	Die Fluidpumpe.....	457

49.1.2. Gas-Pumpen-Methode.....	458
49.1.3. Effektiver Einsatz der Glykol- oder Gas-Pumpen-Methode.....	459
49.2. Nebel durch mechanische Methoden (Mechanical Fog).....	461
49.2.1. Wasserdruck-Methode.....	462
49.2.2. Cracker-Methode.....	463
49.2.3. Zerstäuber-Methode.....	465
49.2.4. Ultraschall-Methode.....	465
49.2.5. Effektiver Einsatz der mechanischen Methoden.....	466
49.3. Nebel durch Kälte (Cryogenic Fog, Bodennebel).....	467
49.3.1. Trockeneis-Methode.....	468
49.3.2. Flüssig-Stickstoff-Methode.....	469
49.3.3. Kälte-Explosions-Methode.....	471
49.3.4. Effektiver Einsatz der Kältemethoden.....	471
<b>50. Arbeiten mit Nebel.....</b>	<b>475</b>
50.1. Beleuchtung des Nebels.....	475
50.2. Bewegung des Nebels.....	476
50.3. Verteilung des Nebels.....	478
50.4. Steuerung von Nebelmaschinen.....	481
50.5. Hinweise zu Rauch- und Feuermelder.....	481
<b>51. Zum Einsatz von Nebeleffekten.....</b>	<b>485</b>
<b>52. Gefahren von Nebeleffekten.....</b>	<b>489</b>
52.1. Technische Gase.....	489
52.1.1. Stickstoff.....	489
52.1.2. Kohlendioxid.....	490
52.1.3. Flüssige Synthetische Luft.....	490
52.2. Fluide auf Glykol- oder Mineralöl-Basis.....	491
<b>53. Appendix.....</b>	<b>495</b>
53.1. Kurzüberblick über die Methoden zur Nebelerzeugung.....	495
53.2. Grenzwerte für Bestandteile von Nebelfluiden.....	496
53.3. Weitere Literatur und Quellenhinweise.....	497
 <b>Anhang</b>	
<b>Anhang A – Wörterbuch Deutsch → Englisch.....</b>	<b>501</b>
<b>Anhang B – Wörterbuch Englisch → Deutsch.....</b>	<b>511</b>
<b>Anhang C – Literaturverzeichnis.....</b>	<b>523</b>
<b>Anhang D – INDEX.....</b>	<b>527</b>