

Roland GREULE



LICHT UND BELEUCHTUNG

IM MEDIENBEREICH

2., aktualisierte und erweiterte Auflage

HANSER

Greule

Licht und Beleuchtung im Medienbereich



Blieben Sie auf dem Laufenden!

Hanser Newsletter informieren Sie regelmäßig über neue Bücher und Termine aus den verschiedenen Bereichen der Technik. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter

www.hanser-fachbuch.de/newsletter

Medien

Herausgeber: Ulrich Schmidt

Weitere Bücher der Reihe:

Fries: Mediengestaltung

Görne: Tontechnik

Kapp: Motion Picture Design

Petrasch: Videofilm

Raffaseder: Audiodesign

Rehfeld: Game Design und Produktion

Schmidt: Digitale Film- und Videotechnik

Roland Greule

Licht und Beleuchtung im Medienbereich

2., aktualisierte und erweiterte Auflage

mit Beiträgen von Alexandra Ehrlitzer, Roland Heinz, Jens Langner, Fabian Oving,
Martin Rupprecht, Matthias Wilkens

HANSER

Autor:

Professor Dr.-Ing. Roland Greule, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg,
Fakultät DMI, Department Medientechnik



Alle in diesem Buch enthaltenen Informationen wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und mit Sorgfalt geprüft und getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Buch enthaltenen Informationen mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autor(en, Herausgeber) und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Weise aus der Benutzung dieser Informationen – oder Teilen davon – entsteht.

Ebenso wenig übernehmen Autor(en, Herausgeber) und Verlag die Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, sind vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) – auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2021 Carl Hanser Verlag München

Internet: www.hanser-fachbuch.de

Lektorat: Frank Katzenmayer

Herstellung: Melanie Zinsler

Covergestaltung: Max Kostopoulos

Coverkonzept: Marc Müller-Bremer, www.rebranding.de, München

Titelbild: JB-Lighting Lichtanlagentechnik GmbH, Blaustein-Wipplingen

Satz: Eberl & Koesel Studio, Altusried-Krugzell

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

Printed in Germany

Print-ISBN 978-3-446-46865-8

E-Book-ISBN 978-3-446-46866-5

Widmung

Ich widme dieses Buch meinen Eltern, Hedwig und Georg Greule.

Mit der zweiten Auflage geht eine zusätzliche Widmung an meine Schwiegermutter Helene Eckert, die dem Lichtlabor der HAW-HH das immer und überall präsente „Lichtschwein“ geschenkt hat, das bei allen Veranstaltungen der Lichtlabors immer dabei ist und allen Glück bringt.

Inhalt

Widmung	V
Vorwort	XXIII
Die Autoren	XXV
1 Einführung	1
2 Licht und Strahlung	3
2.1 Strahlungsphysik und Fotometrie	3
2.2 Strahlung und Spektrum	4
2.2.1 Sichtbare Strahlung	4
2.2.2 UV-Strahlung	5
2.2.3 IR-Strahlung	5
2.3 Physikalische Größen	6
2.3.1 Strahlungsfluss Φ_e	6
2.3.2 Strahlstärke I_e	6
2.3.3 Bestrahlungsstärke E_e	6
2.3.4 Strahldichte L_e	7
2.3.5 Strahlungsphysikalische und lichttechnische Größen	7
2.4 Licht- und Emissionsspektren	7
2.4.1 Kontinuierliches Spektrum	8
2.4.2 Linienspektrum	8
2.5 Weißes und farbiges Licht	9
2.5.1 Farbiges Licht	9
2.5.2 Körperfarben	10

2.6	Schwarzer Strahler und Farbtemperatur	11
2.6.1	Farbtemperatur bzw. ähnlichste Farbtemperatur	11
2.6.2	Normlichtarten	14
3	Lichttechnische Grundgrößen	15
3.1	Spektrale Hellempfindlichkeit	16
3.1.1	Messaufbau	16
3.1.2	Relative Hellempfindlichkeit bei Tagessehen	17
3.2	Lichtstrom Φ	18
3.2.1	Hellempfindlichkeit bei photopischem Sehen	19
3.2.2	Hellempfindlichkeit bei skotopischem Sehen	20
3.3	Lichtausbeute η	20
3.4	Lichtstärke I	21
3.4.1	Raumwinkel Ω	22
3.4.2	Lichtstärkeverteilungskurve (LVK)	23
3.4.3	Lichtstärkeverteilungskurve eines Stufenlinsenscheinwerfers	24
3.5	Beleuchtungsstärke E	25
3.5.1	Schräger Lichteinfall	26
3.5.2	Fotometrisches Entfernungsgesetz	27
3.6	Belichtung H	29
3.7	Leuchtdichte L	29
3.8	Stoffkennzahlen	31
3.8.1	Reflexionsgrad	31
3.8.1.1	Diffuse Reflexion	31
3.8.1.2	Gerichtete Reflexion	32
3.8.1.3	Gemischte Reflexion	33
3.8.2	Transmissionsgrad	34
3.8.3	Absorptionsgrad	35
3.8.4	Halbstreuwinkel	35
3.9	Übungsbeispiele	36

4	Kontrast und Helligkeit	39
4.1	Kontrast	39
4.1.1	Physiologischer Kontrast	39
4.1.2	Helligkeitsdetektion C	40
4.2	Kontrastdefinition im Film- und Fernsbereich	41
4.2.1	Objektkontrast	41
4.2.2	Lichtkontrast	42
4.2.3	Szenenkontrast	42
4.2.4	Kontrastumfang und Blendenstufen	43
4.3	Ratio	44
4.4	Helligkeit und Helligkeitsmodelle	45
4.4.1	Helligkeitsmodelle	46
4.4.2	Helligkeitsmodell CIE-L*	48
4.5	Übungsbeispiele	48
5	Auge und Wahrnehmung	49
5.1	Physiologie des Sehens	49
5.1.1	Optisches System des Auges	49
5.1.2	Netzhaut	50
5.1.3	Fovea Centralis	52
5.1.4	Sehnerv	53
5.1.5	Gesichtsfeld und Sehschärfe	53
5.2	Nicht-visuelle Wirkung von Licht	55
5.3	Farbrezeptoren und Farbwahrnehmung	59
5.3.1	Dreifarbentheorie	59
5.3.2	SML-Zapfen	60
5.3.3	Gegenfarbentheorie nach Hering	61
5.3.4	Zonentheorie	61
5.3.5	Tag- und Nachtsehen	62
5.3.6	Verteilung der Rezeptoren	63
5.4	Grundlagen der Wahrnehmung	63
5.4.1	Fixation und Saccaden	64
5.4.2	Sehschärfe	66

5.4.3	Akkommodation	67
5.4.4	Adaptation	67
5.5	Konstanzwahrnehmung	68
5.5.1	Helligkeitskonstanz	69
5.5.2	Farbkonstanz	69
5.5.2.1	Chromatische Adaptation	70
5.5.2.2	Stevens-und-Hunt-Effekt	70
5.6	UV-, IR- und Blaulichtgefährdung für Auge und Haut	70
6	Farbmetrische Grundlagen	77
6.1	Farbmetrische Grundgrößen	77
6.1.1	Farbreizfunktion	78
6.1.2	Farbempfindung	78
6.1.3	Farbvalenz	78
6.1.4	Helligkeit	79
6.1.5	Farbton (Bunton)	79
6.1.6	Sättigung (Buntheit)	79
6.1.7	Farbmischung	80
6.1.8	Niedrige und höhere Farbmetrik	80
6.2	Historische Entwicklung der Farbmetrik	81
6.2.1	Farbkreis	81
6.2.2	Dreidimensionale Farbsysteme	82
6.2.3	Farbordnungssysteme	83
6.3	Farbräume	83
6.3.1	RGB-Farbraum	84
6.3.2	CIE-XYZ-Farbraum	85
6.3.3	Farbtafel	88
6.3.4	CIE-UCS-Farbtafel	89
6.3.5	CIE-L*u*v*	91
6.3.6	CIE-L*a*b*	92
6.3.7	Farbabstandsformeln	92
6.3.8	CIECAM02	94
6.3.9	Rec2020/BT.2020	95

6.4	Additive und subtraktive Farbmischung	96
6.4.1	Additive Farbmischung	96
6.4.2	Subtraktive Farbmischung	97
6.5	Farbwiedergabefaktoren und Farbwiedergabeindex	98
6.5.1	Farbwiedergabefaktor R_a	98
6.5.2	CQS	99
6.5.3	TM 30-15	100
6.5.4	TLCI-2012	102
6.6	Farbfolien, Farbgläser und Konvertierungsfolien	103
6.6.1	Farbfolien	103
6.6.2	Farbgläser	104
6.6.3	Konversionsfolien, Neutralfilter und Korrekturfilter	106
6.6.4	MIREL	106
6.6.5	Mired Shift Value	106
6.7	Übungsbeispiele	107
7	Licht- und Farbmessstechnik	109
7.1	Visuelle Fotometrie	109
7.2	Physikalische Fotometrie	110
7.2.1	Beleuchtungsstärkemesser	110
7.2.2	Leuchtdichtemesser	112
7.2.3	Messung von Lichtstärke-Verteilungs-Kurven	114
7.2.4	Ulbrichtkugel (U-Kugel)	114
7.2.5	Spektrale Fotometrie	116
7.3	Belichtungsmessung	116
7.3.1	Belichtung	116
7.3.2	Belichtungsmesser	116
7.3.3	Spotmeter	117
7.4	Farbmessung	117
7.4.1	Gleichheitsverfahren	118
7.4.2	Licht- und Körperfarben	118
7.4.2.1	Spektraler Reflexionsgrad $\beta(\lambda)$	119
7.4.2.2	Farbvalenz von Körperfarben	119

7.4.3	Dreibereichsverfahren	119
7.4.4	Spektralverfahren	120
7.5	Messgeometrien	123
7.5.1	Messgeometrie $45^\circ/0^\circ$	123
7.5.2	Messgeometrie diffus $d/0^\circ$	123
7.5.3	Messgeometrie diffus $d/8^\circ$	123
7.6	Übungsbeispiele	124
8	Lichtquellen	125
8.1	Aufbau und Wirkungsweise	126
8.2	Lebensdauer und Lampenalterung	126
8.3	Glüh- und Halogenlampen	127
8.3.1	Die Glühlampe: Historie, Aufbau und Wirkungsprinzip	127
8.3.2	Temperaturstrahlung	128
8.3.3	Aufbau und Wirkprinzip der Halogenlampe	129
8.3.4	Halogenlampen im Fernseh-, Film- und Theaterbereich	131
8.4	Niederdruckentladungslampen	131
8.5	Hochdruckentladungslampen	134
8.5.1	Hochdruck-Metallhalogendampflampen	134
8.5.2	Hochdruckentladungslampen im Fernseh-, Film- und Theaterbereich	136
8.6	Lichtemittierende Dioden (LED)	136
8.6.1	Elektrolumineszenz	136
8.6.2	Lichterzeugung im III-V-Halbleiter	137
8.6.3	LED-Technologie	138
8.6.4	Aufbau und Wirkungsgrad von LED-Lichtquellen	139
8.6.5	Binning	141
8.6.6	LED-Produkte und Applikationsfelder	142
8.6.7	Einzel-LEDs und LED-Engines in Movinglights	144
8.7	Organische lichtemittierende Dioden (OLED)	147
8.7.1	Funktionsprinzip von OLED	147
8.7.2	OLED-Display	148

9	Scheinwerfer	151
9.1	Konventionelle Scheinwerfer	152
9.1.1	Fluter und Rampen	152
9.1.2	Blinder	154
9.1.3	Parabolspiegel-Scheinwerfer	155
9.1.4	Stufenlinsen-Scheinwerfer	157
9.1.5	Profil-Scheinwerfer	159
9.1.6	Stroboskope	161
9.1.7	Zubehör	161
9.2	Movinglights	162
9.2.1	Scanner	162
9.2.2	Spot-/Profile-Movinghead	163
9.2.3	Wash-Movinghead	165
9.2.4	Beam-Movingheads	167
9.2.5	Movinglights im Outdoorbereich	167
9.3	Hybridscheinwerfer, komplexe Pixelsysteme und kreative Scheinwerfer	168
10	Lichtsteuerung und Lichtstellpulte	171
10.1	Entwicklung der Lichtsteuerung	172
10.1.1	Analoge Steuertechnik	174
10.1.2	Analoges Multiplexing	174
10.1.3	Digitales Multiplexing	174
10.1.4	DMX-512	175
10.1.5	DMX-512A	179
10.1.6	DMX-512 RDM (Remote Device Management)	179
10.1.7	Drahtloses DMX	179
10.2	Lichtnetzwerke	180
10.2.1	Ethernet	181
10.2.1.1	Aufbau eines Ethernet-Netzwerkes (Topologie)	182
10.2.1.2	Netzwerkkomponenten	182
10.2.2	Proprietäre Herstellerprotokolle	183
10.2.3	ArtNet	183

10.2.4	ACN (Architecture for Control Networks)	184
10.2.5	Klingnet	185
10.2.6	Weitere verbreitete Protokolle	185
10.3	Lichtstellpulte	186
10.3.1	Komponenten von Lichtstellpulten	188
10.3.2	Arbeitsweisen	188
11	Digital Lighting	191
11.1	LED-Wände	192
11.1.1	Grundlagen	192
11.1.2	Auflösung und Farbe	193
11.1.3	Helligkeit	194
11.1.4	Pixelpitch	194
11.2	Projektionen	195
11.2.1	Projektoren	196
11.2.2	Technische Grundlagen	196
11.2.2.1	Geometrie und Entzerrung	196
11.2.2.2	Farbe	197
11.2.2.3	Helligkeit	197
11.2.2.4	Auflösung und Format	198
11.3	Pixelmapping – Pixel und Scheinwerfer	198
11.4	Medienserver	200
11.4.1	Überblick Grundfunktionen	201
11.4.1.1	Layer	202
11.4.1.2	Content	203
11.4.1.3	Texturen und Manipulation	203
11.4.1.4	Ebenen	203
11.4.1.5	Ausgabe	204
11.4.1.6	Virtuelle Kamera und 3D-Raum	205
11.4.1.7	Erweiterte Funktionen	205
11.4.1.8	Zeitbasis	206
11.4.1.9	Steuerung und Ansteuerung	206
11.4.1.10	Integrierte Benutzeroberflächen	207

11.4.1.11	Bedienung durch Lichtstellpulte	208
11.4.1.12	Manager-Anwendung und Timeline	209
11.4.2	Signale und Schnittstellen	211
11.4.2.1	Ansteuerung und Synchronisation	211
11.4.2.2	Bildschnittstellen	211
11.4.2.3	Sonstige Schnittstellen	212
11.5	Berufsfeld „Digital Lighting“	213
12	Lichtführung	217
12.1	Licht und Schatten	218
12.2	Lichteinfall und Schattenwirkung	219
12.2.1	Gerichtetes Licht	220
12.2.2	Kernschatten (Zentralschatten, Schlagschatten, Umbra)	221
12.2.3	Halbschatten (Penumbra)	221
12.2.4	Harter bzw. weicher Schatten	221
12.2.5	Licht zur Orientierung	222
12.3	Ausleuchtung von Personen (Personenlicht) nach McCandless	223
12.4	Lichtrichtungen	225
12.4.1	Vorderlicht	226
12.4.2	Seitliches Vorderlicht	226
12.4.3	Oberlicht	226
12.4.4	Kopflicht (Toplight)	227
12.4.5	Hinterlicht bzw. Gegenlicht	227
12.4.6	Seitenlicht	228
12.4.7	Gassenlicht	229
12.4.8	Rampenlicht, Unterlicht, Fußlicht	229
12.4.9	Horizont- bzw. Hintergrundlicht	229
12.5	Lichtgestaltung für Fernsehkameras	230
12.5.1	Lichtrichtungen im Fernsbereich	230
12.5.2	Personenausleuchtung im Fernsbereich	231
12.5.2.1	Einpunkt-Ausleuchtung	232
12.5.2.2	Zweipunkt-Ausleuchtung	232
12.5.2.3	Dreipunkt-Ausleuchtung	232

12.5.2.4	Vierpunkt-Ausleuchtung	233
12.5.2.5	Personenbeleuchtung bei Green-/Blue-Box- Anwendung	233
12.5.2.6	Personenbeleuchtung bei der Tagesschau	234
12.6	Lichtsetzung im Film	234
12.6.1	Fotografische Stile	234
12.6.2	Normal-Stil	235
12.6.3	Low-Key-Stil	235
12.6.3.1	Unausgeglichener Low-Key	236
12.6.3.2	Aufgehellter Low-Key	236
12.6.4	High-Key-Stil	236
12.6.5	Grundregeln der Lichtführung	236
13	Lichtgestaltung und Lichtdesign	239
13.1	Kurzer historischer Überblick	240
13.2	Grundregeln der Lichtgestaltung bzw. des Lichtdesigns	242
13.3	Lichtinszenierung nach McCandless	243
13.3.1	Qualitäten des Lichts	243
13.3.2	Funktionen des Lichts	244
13.3.3	Theorie nach Richard Pilbrow	245
13.4	Erzeugung eines Looks	246
13.4.1	Dramaturgieverlauf zur Erzeugung von Emotionen	246
13.4.1.1	Dramaturgie	249
13.4.1.2	Ästhetik	249
13.4.1.3	Bühnenraum bzw. -design	249
13.4.1.4	Video-Content	249
13.4.2	Gestaltungsregeln	249
13.4.3	Anordnung der Scheinwerfer	250
13.4.4	Grundlagen Farbkonzept	252
13.5	Bühnenbeispiele	253
13.5.1	Kleine Bühne	253
13.5.2	Mittlere Bühne	255
13.5.3	Große Bühne	256
13.5.4	Beispiel: Eurovision Song Contest 2012 in Baku – große Bühne	257

14	Theater-Licht	259
14.1	Kurzer historischer Überblick	260
14.2	Verantwortliche	262
14.3	Scheinwerfer und Standorte	263
14.3.1	Scheinwerfertypen	263
14.3.2	Standorte der Beleuchtungseinrichtungen	264
14.4	Lichtkonzeption und Produktion	265
14.4.1	Planung	266
14.4.2	Produktionsablauf	267
14.4.3	Beleuchtungsproben	268
14.5	Bühne und Bühnenformen	268
14.6	Bühnen- und Lichtstile im Theater	269
14.7	Sprech-, Musik- und Tanztheater	270
14.7.1	Sprechtheater	270
14.7.2	Musiktheater	271
14.7.2.1	Musical	271
14.7.2.2	Oper	271
14.7.3	Tanztheater	272
14.8	Verständnisfragen	273
15	Fernseh-Licht	275
15.1	Studios	275
15.1.1	Aufsager- oder Schaltstudio	275
15.1.2	Nachrichten-, Magazin- oder Spartenstudio	276
15.1.3	LED-Wand-Studio	278
15.1.4	Multifunktionsstudio	278
15.1.5	Show-Studio/-Atelier	279
15.1.6	Streaming-Studio	280
15.2	Sendungsgenre	281
15.3	An der Lichtgestaltung beteiligte Personen	282
15.3.1	Regie	282
15.3.2	Setdesign	282
15.3.3	Lichtdesign	282
15.3.4	Kameramann	283

15.3.5	Beleuchtungsmeister/lichtsetzender Kameramann	283
15.3.6	Lichtpult-Operator	283
15.3.7	Oberbeleuchter/Beleuchter	283
15.3.8	Bildingenieur	284
15.3.9	Maske	284
15.3.10	Kostüm	284
15.3.11	Protagonisten	284
15.4	Eingesetzte Scheinwerfer	285
15.4.1	Fresnel-Scheinwerfer	285
15.4.2	Weitere Scheinwerfer im Fernsehstudio	286
15.5	Fernsehsystem	287
15.5.1	Die Fernsehübertragungskette	287
15.5.2	High Dynamic Range und Wide Colour Gamut	288
15.5.3	Display und Bildbeurteilung	289
15.5.4	Kamera und Objektiv	290
15.5.4.1	Objektiv	290
15.5.4.2	Lichtempfindlichkeit, Arbeitsblende und Lichtniveau der Produktion	291
15.5.4.3	Weißabgleich	292
15.6	Fernseh-Licht	293
15.6.1	Lichtkonzepte	293
15.6.1.1	Punktuelles Licht	293
15.6.1.2	Flächiges Licht	295
15.6.2	Ausleuchtung mehrerer Personen	295
15.6.3	Beleuchtung bei Talk-Sendungen im Fernsehen	295
15.6.4	Beleuchtung von Zuschauern im Fernsehen	296
15.6.5	Beleuchtung des Sets im Fernsehen	296
15.7	Sendeablauf	297
15.7.1	Vor der Sendung	297
15.7.2	Einleuchten	297
15.7.3	Lichtplan	299
15.7.4	Pultkonzept	299
15.7.5	Lichtänderung während der Sendung	300

15.7.6	Lichtwechsel	301
15.7.7	Sendung	301
16	Film-Licht	303
16.1	Kurzer historischer Überblick	303
16.2	Filmempfindlichkeit	304
16.2.1	Belichtung	305
16.2.2	Dichtewert D	305
16.2.3	Gradation	305
16.2.4	Lichtempfindlichkeit (ISO - DIN/ASA)	306
16.2.5	Kontrastumfang beim Filmmaterial	307
16.2.6	Lichtempfindlichkeit digitaler Filmkameras	307
16.2.7	Schärfentiefe versus Tiefenschärfe	308
16.3	Personen	310
16.4	Messtechnik	311
16.5	Eingesetzte Scheinwerfer	311
16.5.1	Fresnel- und HMI-Scheinwerfer	312
16.5.2	Dedo-Light	313
16.5.3	Weichstrahlende Scheinwerfer	314
16.5.3.1	Kino-Flo	314
16.5.3.2	Chimera	315
16.5.4	Dino Lights	316
16.5.5	Spacelights	316
16.5.6	Heliumballon	317
16.5.7	Butterfly	317
16.5.8	Bouncing	318
16.5.9	Fahnen/French Flags	318
16.6	Lichtstile im Filmbereich	319
16.7	Modelling	320
17	Konzert-Touring-Licht	323
17.1	Kurzer historischer Überblick	323
17.2	Personen	325
17.3	Eingesetzte Scheinwerfer	326

17.4	Bühnenformen und Lichtdesign für Konzert-Touring	327
17.4.1	Bühnenformen	327
17.4.2	Lichtdesign	328
17.5	Lichtkonzeption und Produktion	328
17.5.1	Entwurfsphase	328
17.5.2	Planungsphase	330
17.5.3	Probenphase	330
17.5.4	Aufbau vor Ort	331
17.5.5	Einleuchten/Fokussieren/Presets ziehen	332
17.6	Beispiele	333
17.6.1	SEED BAM BAM Tour 2019	333
17.6.2	Festival	335
17.7	Remote-Verfolger und Tracking-Systeme	336
17.7.1	Remote-Verfolger (halbautomatisches Tracking-System)	336
17.7.2	Vollautomatische Tracking-Systeme	338
18	Licht für wirtschaftsbezogene Veranstaltungen	341
18.1	Kurzer historischer Überblick	342
18.2	Personen	343
18.3	Lichtdesign und Lichtfachplanung	344
18.4	Produktionsprozess	344
18.4.1	Entwurfsphase	344
18.4.2	Ausführungsphase	345
18.4.3	Umsetzungsphase	345
18.5	Beispiel Audi-Messestand IAA 2015	346
19	Lichtpläne und Lichtsimulation	349
19.1	Grundlagen	349
19.1.1	Modellbau	350
19.1.2	Simulation	351
19.2	Lichtpläne	352
19.3	Begriffe der Computersimulation	355
19.3.1	Drahtgittermodell (Wireframe)	355
19.3.2	Materialbeschreibung	356

19.3.3	Beleuchtung	357
19.3.4	Rendering	357
19.4	Rechenalgorithmen	358
19.4.1	Flat-Shading	358
19.4.2	Gourand-Shading	359
19.4.3	Phong-Shading	359
19.4.4	Radiosity- bzw. Punkt-zu-Punkt-Verfahren	359
19.4.5	Raytracing-Verfahren	361
19.5	Lichts simulationsprogramme	363
19.5.1	Lichtberechnungsprogramm Relux Desktop und DIALuxEvo. . .	364
19.5.2	Echtzeit-Lichts simulationsprogramme	365
19.5.3	Spezielle Programme für den Einsatz im Showbereich	366
19.5.3.1	grandMA 3D	366
19.5.3.2	WYSIWYG Lighting Design	367
19.5.3.3	depençe ²	368
19.5.3.4	Vectorworks Spotlight	368
19.5.4	Virtual Reality	368
19.5.4.1	CAVE (Cave Automatical Virtual Environment)	369
19.5.4.2	VR- und MR-Brillen: Oculus Rift, HTC-Vive, Hololens, Google Glass	369
19.5.4.3	VR-Anwendung von GDTF-Daten und Unity-Engine . . .	371
20	Ausblick: Lichttechnik in der Zukunft	373
20.1	Zusammenwachsen von Eventtechnik und Lichtarchitektur	373
20.2	Neue Sende- und Videoformate (Zoom-Meetings, Green-Screen-Studios für Online-Lehre)	375
20.3	Virtual Production	377
20.3.1	Hybride virtuelle Produktion	378
20.3.2	Live LED Wall In-Camera Virtual Production	378
20.4	Augmented Reality und Interaktivität	380
20.4.1	Interaktivität	380
20.4.2	Einsatz von AR und Interaktivität bei Medienfassaden	381
20.5	Cross-Reality(XR)-Plattformen für hybride Eventformate	383

20.5.1 XRchitecture	383
20.5.2 Clubevent und Lichteditor mit XR/VR-Techniken	385
20.5.3 Nutzungs- und Gestaltungsmöglichkeiten von XR-Techniken im Digitalen Theater	386
20.5.4 Ausblick	388
20.6 BIM (Building Information Modelling)	388
20.7 Fotogrammetrie	390
20.8 Einsatz von KI und neuronalen Netzen im Lichtdesign	391
Lösungen der Übungsaufgaben und Verständnisfragen	393
Literatur und weitere Informationsmedien	395
Literaturverzeichnis	395
Fachzeitschriften	397
Webadressen (Verbände)	398
Bildnachweis	399
Index	407

Vorwort

Das Thema Licht und Beleuchtung begleitet mich seit vielen Jahren im Berufsleben, beginnend mit dem Studium an der TU in Karlsruhe, der praktischen Umsetzung im Berufsalltag als Lichtplaner und Lichtdesigner bis hin zu der wissenschaftlichen Arbeit als Hochschullehrer. Dabei hat das Thema Farbe und die Faszination der Visualisierung von Licht mit Rechenprogrammen bis heute Bestand. Durch die rasante Entwicklung der LEDs und ihre Einsatzmöglichkeiten im Theater-, Fernseh- und Showbereich wird das Thema Licht und Farbe noch faszinierender wie bisher. Lassen Sie sich überraschen.

Danksagung

Ich möchte an dieser Stelle dem Hanser Verlag, vor allem meiner Lektorin Frau Werner, für die sehr gute Zusammenarbeit danken. Mein Dank geht auch an den Herausgeber der Reihe, meinem Kollegen Prof. Dr. Ulrich Schmidt.

Ein besonderer Dank geht auch an die Mitautoren Frau Alexandra Ehrlitzer, Herrn Martin Rupprecht, Herrn Fabian Oving und Herrn Dr. Roland Heinz. Vielen Dank für die Unterstützung im Kapitel 15 „Fernseh-Licht“ durch Herrn Matthias Wilkens, sowie seine detaillierten Diskussionen, um dem Buch seine jetzige Form zu geben.

Danke an die Kollegen, die mir Bilder bzw. Grafiken zur Verfügung gestellt haben (Herbert Bernstädt, Markus Beug-Rapp, Marc Briede, Michael Feldmann, Carsten Grigo, Lutz Hassenstein, Markus Hegi, Berthold Jäger, Sebastian Jakob, Michael Kersten, Sofia Layer, Dominik Mentzos, Daniel Müller, Matthias Wilkens). Danke auch an Dr. Thomas Lemke für die Erstellung vieler Grafiken.

Ein Dankeschön an die Firmen, die mir Bildmaterial zur Verfügung gestellt haben (ArKaos, ARRI, Barco, BRAINPOOL, Christie, Coolux, Dedo Weigert, Despar, ETC, FGL, Highend Systems, JB-Lighting, Konica Minolta, Looptlight, Lumiblade, MA Lighting, Martin Professional, MCI, Niethammer, Relux AG, SMI, Sony, TechnoTeam).

Und ein großes Dankeschön auch an meine Frau für das intensive Korrekturlesen und die Zeit, die sie mit mir bzgl. Diskussionen und Details verbracht hat.

Roland Greule

Hamburg, September 2014

■ Vorwort zur 2. Auflage

Seit Erscheinen des Buches hat sich im Bereich Event sowie der Scheinwerfer- und LED-Technik sehr viel geändert und rasant weiterentwickelt. Aus diesem Grund wurden vor allem die Kapitel 17 Konzert-Touring-Licht, Kapitel 9 Scheinwerfer und Kapitel 10 Lichtsteuerung und Lichtstellpulte überarbeitet und aktualisiert. Zudem wurde ein neues Kapitel 18 Licht für wirtschaftsbezogene Veranstaltungen ergänzt, da die Eventbranche in diesem Bereich sehr erfolgreich ist. Natürlich wurden die anderen Kapitel allgemein überarbeitet, aktualisiert und auch teilweise umstrukturiert und thematisch zusammengefasst. In Kapitel 19 Lichtpläne und Lichtsimulation wurde der Bereich AR (Augmented Reality) und VR (Virtual Reality) mit aufgenommen. Kapitel 20 (Lichttechnik in der Zukunft) wurde völlig neu bearbeitet und deutlich erweitert, auch in Richtung AR/XR (eXtented Reality) und Interaktivität bis hin zu hybriden Events.

Danksagung

Ich möchte an dieser Stelle dem Hanser Verlag, vor allem meinen Lektoren Frau Kubiak und Herrn Katzenmayer, für die sehr gute Zusammenarbeit danken.

Wie schon bei der ersten Auflage geht ein besonderer Dank an die Mitautoren:innen Herrn Dr. Roland Heinz (Kap. 8), Herrn Fabian Oving (Kap. 9 +10), Herrn Martin Rupprecht (Kap. 11), Frau Alexandra Ehrlitzer (Kap. 14), Herrn Matthias Wilkens (Kap. 15), Herrn Jens Langner (Kap. 17+18), Herrn Martin Kuhn (Kap. 17.6) und Frau Anke von der Heide (Kap. 20.5),

Danke an die Kollegen:innen und Firmen, die mir Grafiken und Bilder zur Verfügung gestellt haben.

Und auch wieder ein großes Dankeschön an meine Frau für das intensive Korrekturlesen.

Roland Greule

Hamburg, August 2021

Die Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Alexandra Ehrlitzer hat Medientechnik an der HAW Hamburg studiert. Sie war freie Lichtplanerin und Lichtdesignerin und arbeitete als wissenschaftliche Mitarbeiterin in Forschungsprojekten zu Lichtwirkung an der HAW. Seit einigen Jahren arbeitet Frau Ehrlitzer bei der Firma macom in den Bereichen Nachwuchsförderung und Lichtplanung.

Prof. Dr.-Ing. Roland Greule lehrt am Department Medientechnik der HAW Hamburg die Fächer Licht- und Beleuchtungstechnik, Lichtdesign, Farbmeterik und Digital Reality. Parallel forscht er zur Lichtwahrnehmung, der emotionalen Wirkung von Licht und Farbe und der fotorealistischen Lichtsimulation von Innenräumen. Er ist seit 2017 Leiter des Forschungs- und Transferzentrums Digital Reality.

Dr. habil. Roland Heinz leitete von 2006–2013 die Philips Lighting Academy in Hamburg. Er gründete mit Partnern 2014 die Lichtplaner-Akademie. Herr Heinz lehrt zudem seit 2001 an der TU Graz und an der Hochschule München die Fächer Lichtezeugung und Innovationsmanagement.

M.Sc. Jens Langner hat an der Beuth Hochschule für Technik Berlin studiert. Im Anschluss war er mehrere Jahre bei der RGB GmbH als Lichtfachplaner im Automobilbereich tätig. Seit 2017 arbeitet er als Business Development Manager für die Firma Robe Deutschland GmbH. Er war Initiator des VLLV e. V. (Verband der Lichtdesigner und Licht- und Medienoperator in der Veranstaltungswirtschaft e. V.). Des Weiteren ist er Projektleiter für NRG Germany (Next Robe Generation), ein Nachwuchsförderprogramm der Firma Robe für den lichttechnischen Nachwuchs. Seit 2020 moderiert er die digitalen Lichtgespräche, eine Streamingsendung, in der Lichtdesigner über ihre Projekte erzählen. Herr Langner ist an mehreren Hochschulen als Gastdozent tätig.

B.Sc. Fabian Oving hat Medientechnik an der HAW Hamburg studiert. Er ist seit 6 Jahren wiss. Mitarbeiter des Lichtlabors der HAW-Hamburg. Neben seiner Arbeit als Freiberufler im Bereich Veranstaltungstechnik und Lichtprogrammierung arbeitet er auch als Gastdozent an verschiedenen Departements der HAW.

Dipl.-Ing. (FH) Martin Rupprecht hat Medientechnik an der HAW Hamburg studiert. Er ist freier Lichtdesigner, Spezialist für Digital Lighting und unterrichtet als Lehrbeauftragter im Department Medientechnik das Fach Lichtdesign und Digital Lighting.

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Wilkens hat Medientechnik an der HAW Hamburg studiert. Er ist seit vielen Jahren als Bildingenieur beim NDR und als Lehrbeauftragter an der HAW-Hamburg für das Fach Videotechnik tätig. Er arbeitet auch als Dozent bei BET Michael Mücher in Hamburg.

1

Einführung

Wie der Theaterreformer Adolf Appia zu Anfang des 19. Jahrhundert sagte: „Licht wird nicht mehr gemalt, sondern geleuchtet“, ist der Einsatz von Licht und Beleuchtung im Medienbereich vielfältig. Beginnend vom Theaterstück über Fernsehsendungen, den Film bis hin zu großen Events. Der visuelle Kanal ist bei Menschen immer noch dominant, da rund 80% der Wahrnehmung über das Auge erfolgt.

Die Wirkung des Lichts im Medienbereich kann man in verschiedene Bereiche unterteilen. Licht macht Objekte wahrnehmbar und ist verantwortlich für die Güte der Wahrnehmung. Licht hat eine dramatische Rolle in der Weise, dass es als untrennbarer Teil der szenischen Handlung auftritt. Licht rückt die Bühne, die Filmkulisse, aber auch die Architektur ins „rechte Licht“. Licht bringt Farben und Oberflächen zur Geltung. Licht beeinflusst die physiologischen Vorgänge beim Sehen und Erkennen und Licht wirkt motivierend auf die Menschen.

In diesem Lehrbuch wird der Bogen vom Theater über das Fernsehen, den Film bis zum Event- und Showbereich gezogen. Dabei wird im ersten Drittel des Lehrbuches die Theorie betrachtet, wie z.B. die physikalischen Eigenschaften des Lichts, die lichttechnischen Grundgrößen wie Lux und Lumen bis hin zur Physiologie des Auges.

Ausgehend von dem menschlichen Auge und unter Berücksichtigung der Helligkeits- und Farbwahrnehmung werden dann die grundlegenden Parameter der Farbmeterik vorgestellt. Wer sich mit Licht und Beleuchtung beschäftigt, muss die Grundlagen der Farbmeterik kennen sowie die dazu notwendigen Messtechniken. Auf dieser Theorie aufbauend, werden im zweiten Teil des Buches die „Geräte“, d.h. die Lichtquellen, die Scheinwerfer, die Lichtstellanlagen und die Medienserver erläutert.

In den letzten Kapiteln des Buches werden dann die Anwendungen betrachtet. Dabei werden die Besonderheiten bei der Theaterbeleuchtung, dem Fernsehlicht, der Filmbeleuchtung sowie das Besondere beim Show- und Event-Licht und das Zusammenwirken der verschiedenen Bereiche aufgezeigt.

Abschließend werden umfangreich die Lichttechnik der Zukunft und ihre Möglichkeiten vorgestellt sowie das Zusammenwachsen der Lichttechnik mit der Lichtarchitektur betrachtet.

Am Ende dieses Buches werden Sie verstehen, warum es in den letzten Jahren ein immer stärkeres Zusammenwachsen der verschiedenen Bereiche Licht, Video und Netzwerktechnik gibt. Andererseits werden Sie die unterschiedlichen Herangehensweisen in den einzelnen Medienbereichen kennenlernen, je nachdem, ob Sie über Licht im Theater, im Fernsehen, beim Film oder über Event sprechen.

Es ist ein Grundlagenbuch, geschrieben für Studierende in Medienstudiengängen wie z. B. Medientechnik, Veranstaltungstechnik und Mediengestaltung, für Auszubildende im AV- und im Veranstaltungsbereich sowie für Lichtplaner und Lichtdesigner. Natürlich auch für all diejenigen, die sich für das Thema Licht und Beleuchtung in Medien interessieren.