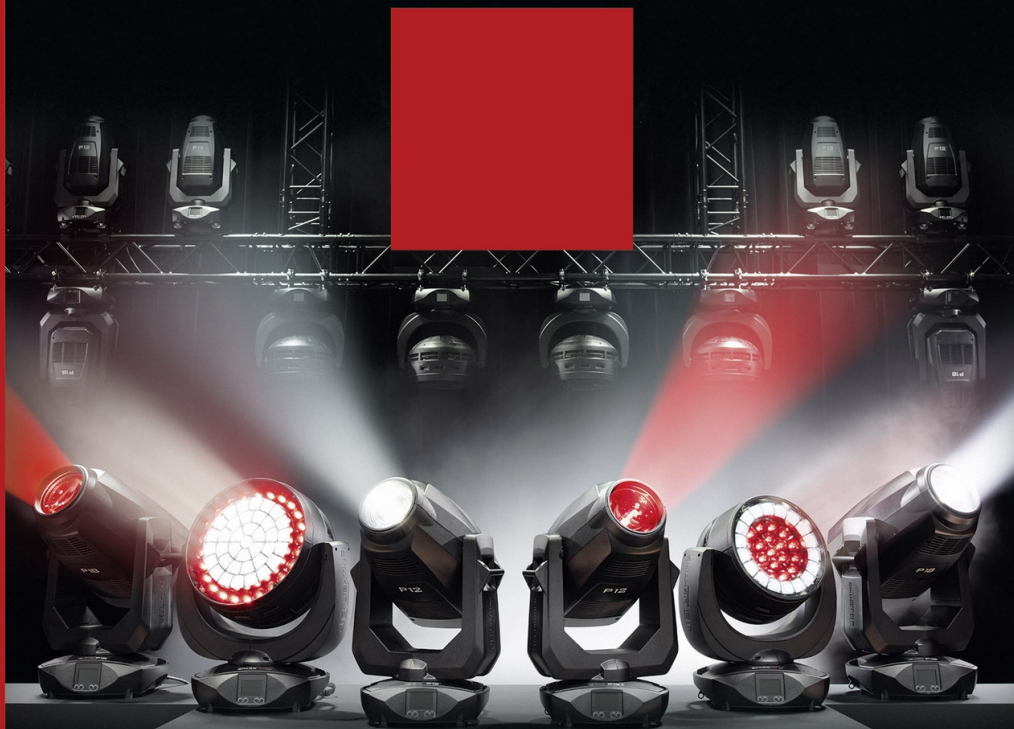


Roland GREULE



LICHT UND BELEUCHTUNG IM MEDIENBEREICH

3., aktualisierte Auflage

HANSER

Roland Greule

Licht und Beleuchtung im Medienbereich

3., aktualisierte Auflage

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

HANSER



Print-ISBN: 978-3-446-48182-4

E-Book-ISBN: 978-3-446-48213-5

Alle in diesem Werk enthaltenen Informationen, Verfahren und Darstellungen wurden zum Zeitpunkt der Veröffentlichung nach bestem Wissen zusammengestellt. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Werk enthaltenen Informationen für Autor:innen, Herausgeber:innen und Verlag mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autor:innen, Herausgeber:innen 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:innen, Herausgeber:innen 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 also 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 benützt werden dürften.

Die endgültige Entscheidung über die Eignung der Informationen für die vorgesehene Verwendung in einer bestimmten Anwendung liegt in der alleinigen Verantwortung des Nutzers.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Werkes, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 UrhG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Wir behalten uns auch eine Nutzung des Werks für Zwecke des Text- und Data Mining nach § 44b UrhG ausdrücklich vor.

© 2024 Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, München

www.hanser-fachbuch.de

Lektorat: Frank Katzenmayer

Herstellung: Frauke Schafft

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

Covergestaltung: Max Kostopoulos

Titelmotiv: © JB-Lighting Lichtenlagentechnik GmbH, Blaustein-Wippingen

Satz: Eberl & Koesel Studio, Kempten

Druck: CPI Books GmbH, Leck

Printed in Germany

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.

Die dritte Auflage möchte ich meiner Frau Dagmar widmen, die immer für mich da ist, mich unterstützt und alle Texte sorgfältig durchgelesen hat.

Inhalt

| | |
|--|------------|
| Widmung | V |
| Vorwort | XXI |
| Die Autor:innen | 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 |
| 3.8.2 | 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* | 49 |
| 4.5 | Übungsbeispiele | 49 |
| 5 | Auge und Wahrnehmung | 51 |
| 5.1 | Physiologie des Sehens | 51 |
| 5.1.1 | Optisches System des Auges | 51 |
| 5.1.2 | Netzhaut | 52 |
| 5.1.3 | Fovea Centralis | 55 |
| 5.1.4 | Sehnerv | 56 |
| 5.1.5 | Gesichtsfeld und Sehschärfe | 56 |
| 5.2 | Nicht-visuelle Wirkung von Licht | 58 |
| 5.3 | Farbrezeptoren und Farbwahrnehmung | 62 |
| 5.3.1 | Dreifarbentheorie | 63 |
| 5.3.2 | SML-Zapfen | 63 |
| 5.3.3 | Gegenfarbentheorie nach Hering | 64 |
| 5.3.4 | Zonentheorie | 65 |
| 5.3.5 | Tag- und Nachtsehen | 66 |
| 5.3.6 | Verteilung der Rezeptoren | 66 |
| 5.4 | Grundlagen der Wahrnehmung | 67 |
| 5.4.1 | Fixation und Saccaden | 68 |
| 5.4.2 | Sehschärfe | 70 |
| 5.4.3 | Akkommodation | 70 |
| 5.4.4 | Adaptation | 71 |
| 5.5 | Konstanzwahrnehmung | 72 |
| 5.5.1 | Helligkeitskonstanz | 72 |
| 5.5.2 | Farbkonstanz | 73 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.6 | UV-, IR- und Blaulichtgefährdung für Auge und Haut | 74 |
| 5.6.1 | Gefährdung durch UV-Strahlung | 74 |
| 5.6.2 | Blaulichtgefährdung (Blue Hazard) | 76 |
| 5.6.3 | Strahldichtemessung | 79 |
| 5.6.4 | Schutzmaßnahmen (Schutzbrillen) | 82 |
| 5.6.5 | Wirkungsweise von UV-C-Strahlung zur Desinfektion | 82 |
| 6 | Farbmetrische Grundlagen | 85 |
| 6.1 | Farbmetrische Grundgrößen | 85 |
| 6.1.1 | Farbreizfunktion | 86 |
| 6.1.2 | Farbempfindung | 86 |
| 6.1.3 | Farbvalenz | 86 |
| 6.1.4 | Helligkeit | 87 |
| 6.1.5 | Farbton (Bunton) | 87 |
| 6.1.6 | Sättigung (Buntheit) | 87 |
| 6.1.7 | Farbmischung | 88 |
| 6.1.8 | Niedrige und höhere Farbmetrik | 88 |
| 6.2 | Historische Entwicklung der Farbmetrik | 89 |
| 6.2.1 | Farbkreis | 89 |
| 6.2.2 | Dreidimensionale Farbsysteme | 90 |
| 6.2.3 | Farbordnungssysteme | 91 |
| 6.3 | Farbräume | 91 |
| 6.3.1 | RGB-Farbraum | 92 |
| 6.3.2 | CIE-XYZ-Farbraum | 93 |
| 6.3.3 | Farbtafel | 96 |
| 6.3.4 | CIE-UCS-Farbtafel | 97 |
| 6.3.5 | CIE-L*u*v* | 99 |
| 6.3.6 | CIE-L*a*b* | 100 |
| 6.3.7 | Farbabstandsformeln | 100 |
| 6.3.8 | CIECAM02 | 102 |
| 6.3.9 | Rec2020/BT.2020 | 103 |
| 6.4 | Additive und subtraktive Farbmischung | 104 |
| 6.4.1 | Additive Farbmischung | 104 |
| 6.4.2 | Subtraktive Farbmischung | 105 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 6.5 | Farbwiedergabefaktoren und Farbwiedergabeindex | 106 |
| 6.5.1 | Farbwiedergabefaktor R_a | 106 |
| 6.5.2 | CQS | 107 |
| 6.5.3 | TM 30-15 | 108 |
| 6.5.4 | TLCI-2012 | 110 |
| 6.6 | Farbfolien, Farbgläser und Konvertierungsfolien | 111 |
| 6.6.1 | Farbfolien | 111 |
| 6.6.2 | Farbgläser | 112 |
| 6.6.3 | Konversionsfolien, Neutralfilter und Korrekturfilter | 114 |
| 6.6.4 | MIRED | 114 |
| 6.6.5 | Mired Shift Value | 114 |
| 6.7 | Übungsbeispiele | 115 |
| 7 | Licht- und Farbmessstechnik | 117 |
| 7.1 | Visuelle Fotometrie | 117 |
| 7.2 | Physikalische Fotometrie | 118 |
| 7.2.1 | Beleuchtungsstärkemesser | 118 |
| 7.2.2 | Leuchtdichtemesser | 120 |
| 7.2.3 | Messung von Lichtstärke-Verteilungs-Kurven | 122 |
| 7.2.4 | Ulbrichtkugel (U-Kugel) | 122 |
| 7.2.5 | Spektrale Fotometrie | 124 |
| 7.3 | Belichtungsmessung | 124 |
| 7.3.1 | Belichtung | 124 |
| 7.3.2 | Belichtungsmesser | 124 |
| 7.3.3 | Spotmeter | 125 |
| 7.4 | Farbmessung | 125 |
| 7.4.1 | Gleichheitsverfahren | 126 |
| 7.4.2 | Licht- und Körperfarben | 126 |
| 7.4.3 | Dreibereichsverfahren | 127 |
| 7.4.4 | Spektralverfahren | 128 |
| 7.5 | Messgeometrien | 131 |
| 7.5.1 | Messgeometrie $45^\circ/0^\circ$ | 131 |
| 7.5.2 | Messgeometrie diffus $d/0^\circ$ | 131 |
| 7.5.3 | Messgeometrie diffus $d/8^\circ$ | 131 |
| 7.6 | Übungsbeispiele | 132 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 8 | Lichtquellen | 133 |
| 8.1 | Aufbau und Wirkungsweise | 134 |
| 8.2 | Lebensdauer und Lampenalterung | 134 |
| 8.3 | Glüh- und Halogenlampen | 135 |
| 8.3.1 | Die Glühlampe: Historie, Aufbau und Wirkungsprinzip | 135 |
| 8.3.2 | Temperaturstrahlung | 136 |
| 8.3.3 | Aufbau und Wirkprinzip der Halogenlampe | 137 |
| 8.3.4 | Halogenlampen im Fernseh-, Film- und Theaterbereich | 139 |
| 8.4 | Niederdruckentladungslampen | 139 |
| 8.5 | Hochdruckentladungslampen | 142 |
| 8.5.1 | Hochdruck-Metallhalogendampflampen | 142 |
| 8.5.2 | Hochdruckentladungslampen im Fernseh-, Film- und Theaterbereich | 144 |
| 8.6 | Lichtemittierende Dioden (LED) | 144 |
| 8.6.1 | Elektrolumineszenz | 144 |
| 8.6.2 | Lichterzeugung im III-V-Halbleiter | 145 |
| 8.6.3 | LED-Technologie | 146 |
| 8.6.4 | Aufbau und Wirkungsgrad von LED-Lichtquellen | 147 |
| 8.6.5 | Binning | 149 |
| 8.6.6 | LED-Produkte und Applikationsfelder | 150 |
| 8.6.7 | Einzel-LEDs und LED-Engines in Movinglights | 152 |
| 8.7 | Organische lichtemittierende Dioden (OLED) | 155 |
| 8.7.1 | Funktionsprinzip von OLED | 155 |
| 8.7.2 | OLED-Display | 156 |
| 9 | Scheinwerfer | 157 |
| 9.1 | Konventionelle Scheinwerfer | 158 |
| 9.1.1 | Fluter und Rampen | 158 |
| 9.1.2 | Blinder | 160 |
| 9.1.3 | Parabolspiegel-Scheinwerfer | 161 |
| 9.1.4 | Stufenlinsen-Scheinwerfer | 163 |
| 9.1.5 | Profil-Scheinwerfer | 165 |
| 9.1.6 | Stroboskope | 167 |
| 9.1.7 | Zubehör | 167 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 9.2 | Movinglights | 168 |
| 9.2.1 | Scanner | 168 |
| 9.2.2 | Spot-/Profile-Movinghead | 169 |
| 9.2.3 | Wash-Movinghead | 171 |
| 9.2.4 | Beam-Movingheads | 173 |
| 9.2.5 | Movinglights im Outdoorbereich | 173 |
| 9.2.6 | Beam-Movinglight mit Weißlichtlaserlichtquellen | 174 |
| 9.3 | Hybridscheinwerfer, komplexe Pixelsysteme und kreative Scheinwerfer | 177 |
| 10 | Lichtsteuerung und Lichtstellpulte | 179 |
| 10.1 | Entwicklung der Lichtsteuerung | 180 |
| 10.1.1 | Analoge Steuertechnik | 182 |
| 10.1.2 | Analoges Multiplexing | 182 |
| 10.1.3 | Digitales Multiplexing | 182 |
| 10.1.4 | DMX-512 | 183 |
| 10.1.5 | DMX-512A | 187 |
| 10.1.6 | DMX-512 RDM (Remote Device Management) | 187 |
| 10.1.7 | Drahtloses DMX | 187 |
| 10.2 | Lichtnetzwerke | 188 |
| 10.2.1 | Ethernet | 189 |
| 10.2.2 | Proprietäre Herstellerprotokolle | 191 |
| 10.2.3 | ArtNet | 191 |
| 10.2.4 | ACN (Architecture for Control Networks) | 192 |
| 10.2.5 | Klingnet | 193 |
| 10.2.6 | Weitere verbreitete Protokolle | 193 |
| 10.3 | Lichtstellpulte | 194 |
| 10.3.1 | Komponenten von Lichtstellpulten | 196 |
| 10.3.2 | Arbeitsweisen | 196 |
| 11 | Digital Lighting | 199 |
| 11.1 | LED-Wände | 200 |
| 11.1.1 | Grundlagen | 200 |
| 11.1.2 | Auflösung und Farbe | 201 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 12.6 | Lichtsetzung im Film | 242 |
| 12.6.1 | Fotografische Stile | 243 |
| 12.6.2 | Normal-Stil | 243 |
| 12.6.3 | Low-Key-Stil | 243 |
| 12.6.4 | High-Key-Stil | 244 |
| 12.6.5 | Grundregeln der Lichtführung | 245 |
| 13 | Lichtgestaltung und Lichtdesign | 247 |
| 13.1 | Kurzer historischer Überblick | 248 |
| 13.2 | Grundregeln der Lichtgestaltung bzw. des Lichtdesigns | 250 |
| 13.3 | Lichtinszenierung nach McCandless | 251 |
| 13.3.1 | Qualitäten des Lichts | 251 |
| 13.3.2 | Funktionen des Lichts | 252 |
| 13.3.3 | Theorie nach Richard Pilbrow | 253 |
| 13.4 | Erzeugung eines Looks | 254 |
| 13.4.1 | Dramaturgieverlauf zur Erzeugung von Emotionen | 254 |
| 13.4.2 | Gestaltungsregeln | 257 |
| 13.4.3 | Anordnung der Scheinwerfer | 258 |
| 13.4.4 | Grundlagen Farbkonzept | 260 |
| 13.5 | Bühnenbeispiele | 261 |
| 13.5.1 | Kleine Bühne | 261 |
| 13.5.2 | Mittlere Bühne | 263 |
| 13.5.3 | Große Bühne | 264 |
| 13.5.4 | Beispiel: Eurovision Song Contest 2012 in Baku – große Bühne | 265 |
| 14 | Theater-Licht | 267 |
| 14.1 | Kurzer historischer Überblick | 268 |
| 14.2 | Verantwortliche | 270 |
| 14.3 | Scheinwerfer und Standorte | 271 |
| 14.3.1 | Scheinwerfertypen | 271 |
| 14.3.2 | Standorte der Beleuchtungseinrichtungen | 272 |
| 14.4 | Lichtkonzeption und Produktion | 273 |
| 14.4.1 | Planung | 274 |
| 14.4.2 | Produktionsablauf | 275 |
| 14.4.3 | Beleuchtungsproben | 276 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 14.5 | Bühne und Bühnenformen | 276 |
| 14.6 | Bühnen- und Lichtstile im Theater | 277 |
| 14.7 | Sprech-, Musik- und Tanztheater | 278 |
| 14.7.1 | Sprechtheater | 278 |
| 14.7.2 | Musiktheater | 279 |
| 14.7.3 | Tanztheater | 280 |
| 14.8 | Verständnisfragen | 282 |
| 15 | Fernseh-Licht | 283 |
| 15.1 | Studios | 283 |
| 15.1.1 | Aufsager- oder Schaltenstudio | 283 |
| 15.1.2 | Nachrichten-, Magazin- oder Spartenstudio | 284 |
| 15.1.3 | LED-Wand-Studio | 286 |
| 15.1.4 | Multifunktionsstudio | 286 |
| 15.1.5 | Show-Studio/-Atelier | 287 |
| 15.1.6 | Streaming-Studio | 288 |
| 15.2 | Sendungsgenre | 289 |
| 15.3 | An der Lichtgestaltung beteiligte Personen | 290 |
| 15.3.1 | Regie | 290 |
| 15.3.2 | Setdesign | 290 |
| 15.3.3 | Lichtdesign | 290 |
| 15.3.4 | Kameramann | 291 |
| 15.3.5 | Beleuchtungsmeister/lichtsetzender Kameramann | 291 |
| 15.3.6 | Lichtpult-Operator | 291 |
| 15.3.7 | Oberbeleuchter/Beleuchter | 291 |
| 15.3.8 | Bildingenieur | 292 |
| 15.3.9 | Maske | 292 |
| 15.3.10 | Kostüm | 292 |
| 15.3.11 | Protagonisten | 292 |
| 15.4 | Eingesetzte Scheinwerfer | 293 |
| 15.4.1 | Fresnel-Scheinwerfer | 293 |
| 15.4.2 | Weitere Scheinwerfer im Fernsehstudio | 294 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 15.5 | Fernsehsystem | 295 |
| 15.5.1 | Die Fernsehübertragungskette | 295 |
| 15.5.2 | High Dynamic Range und Wide Colour Gamut | 296 |
| 15.5.3 | Display und Bildbeurteilung | 297 |
| 15.5.4 | Kamera und Objektiv | 298 |
| 15.6 | Fernseh-Licht | 301 |
| 15.6.1 | Lichtkonzepte | 301 |
| 15.6.2 | Ausleuchtung mehrerer Personen | 303 |
| 15.6.3 | Beleuchtung bei Talk-Sendungen im Fernsehen | 303 |
| 15.6.4 | Beleuchtung von Zuschauern im Fernsehen | 304 |
| 15.6.5 | Beleuchtung des Sets im Fernsehen | 304 |
| 15.7 | Sendeablauf | 305 |
| 15.7.1 | Vor der Sendung | 305 |
| 15.7.2 | Einleuchten | 305 |
| 15.7.3 | Lichtplan | 307 |
| 15.7.4 | Pultkonzept | 307 |
| 15.7.5 | Lichtänderung während der Sendung | 308 |
| 15.7.6 | Lichtwechsel | 309 |
| 15.7.7 | Sendung | 309 |
| 16 | Film-Licht | 311 |
| 16.1 | Kurzer historischer Überblick | 311 |
| 16.2 | Filmempfindlichkeit | 312 |
| 16.2.1 | Belichtung | 313 |
| 16.2.2 | Dichtewert D | 313 |
| 16.2.3 | Gradation | 313 |
| 16.2.4 | Lichtempfindlichkeit (ISO – DIN/ASA) | 314 |
| 16.2.5 | Kontrastumfang beim Filmmaterial | 315 |
| 16.2.6 | Lichtempfindlichkeit digitaler Filmkameras | 315 |
| 16.2.7 | Schärfentiefe versus Tiefenschärfe | 316 |
| 16.3 | Personen | 318 |
| 16.4 | Messtechnik | 319 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 16.5 | Eingesetzte Scheinwerfer | 319 |
| 16.5.1 | Fresnel- und HMI-Scheinwerfer | 320 |
| 16.5.2 | Dedo-Light | 321 |
| 16.5.3 | Weichstrahlende Scheinwerfer | 322 |
| 16.5.4 | Dino Lights | 324 |
| 16.5.5 | Spacelights | 324 |
| 16.5.6 | Heliumballon | 325 |
| 16.5.7 | Butterfly | 325 |
| 16.5.8 | Bouncing | 326 |
| 16.5.9 | Fahnen/French Flags | 326 |
| 16.6 | Lichtstile im Filmbereich | 327 |
| 16.7 | Modelling | 328 |
| 17 | Konzert-Touring-Licht | 331 |
| 17.1 | Kurzer historischer Überblick | 331 |
| 17.2 | Personen | 333 |
| 17.3 | Eingesetzte Scheinwerfer | 334 |
| 17.4 | Bühnenformen und Lichtdesign für Konzert-Touring | 335 |
| 17.4.1 | Bühnenformen | 335 |
| 17.4.2 | Lichtdesign | 336 |
| 17.5 | Lichtkonzeption und Produktion | 336 |
| 17.5.1 | Entwurfsphase | 336 |
| 17.5.2 | Planungsphase | 338 |
| 17.5.3 | Probenphase | 338 |
| 17.5.4 | Aufbau vor Ort | 339 |
| 17.5.5 | Einleuchten/Fokussieren/Presets ziehen | 340 |
| 17.6 | Beispiele | 341 |
| 17.6.1 | SEED BAM BAM Tour 2019 | 341 |
| 17.6.2 | Festival | 343 |
| 17.7 | Remote-Verfolger und Tracking-Systeme | 344 |
| 17.7.1 | Remote-Verfolger (halbautomatisches Tracking-System) | 344 |
| 17.7.2 | Vollautomatische Tracking-Systeme | 346 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 18 | Licht für wirtschaftsbezogene Veranstaltungen | 349 |
| 18.1 | Kurzer historischer Überblick | 350 |
| 18.2 | Personen | 351 |
| 18.3 | Lichtdesign und Lichtfachplanung | 352 |
| 18.4 | Produktionsprozess | 352 |
| 18.4.1 | Entwurfsphase | 352 |
| 18.4.2 | Ausführungsphase | 353 |
| 18.4.3 | Umsetzungsphase | 353 |
| 18.5 | Beispiel Audi-Messestand IAA 2015 | 354 |
| 19 | Lichtpläne und Lichtsimulation | 357 |
| 19.1 | Grundlagen | 357 |
| 19.1.1 | Modellbau | 358 |
| 19.1.2 | Simulation | 359 |
| 19.2 | Lichtpläne | 360 |
| 19.3 | Begriffe der Computersimulation | 363 |
| 19.3.1 | Drahtgittermodell (Wireframe) | 363 |
| 19.3.2 | Materialbeschreibung | 364 |
| 19.3.3 | Beleuchtung | 365 |
| 19.3.4 | Rendering | 365 |
| 19.4 | Rechenalgorithmen | 366 |
| 19.4.1 | Flat-Shading | 366 |
| 19.4.2 | Gourand-Shading | 367 |
| 19.4.3 | Phong-Shading | 367 |
| 19.4.4 | Radiosity- bzw. Punkt-zu-Punkt-Verfahren | 367 |
| 19.4.5 | Raytracing-Verfahren | 369 |
| 19.5 | Lichtsimulationsprogramme | 371 |
| 19.5.1 | Lichtberechnungsprogramm Relux Desktop und DIALuxEvo | 372 |
| 19.5.2 | Echtzeit-Lichtsimulationsprogramme | 373 |
| 19.5.3 | Spezielle Programme für den Einsatz im Showbereich | 374 |
| 19.6 | Virtual Reality | 377 |
| 19.6.1 | CAVE (Cave Automatical Virtual Environment) | 377 |
| 19.6.2 | VR- und MR-Brillen: Oculus Rift, HTC-Vive, Hololens, Google Glass, Quest 3, Apple Vision Pro | 378 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 19.6.3 | VR-Anwendung von GDTF-Daten und Unity-Engine | 380 |
| 19.6.4 | Anwendung von VR in der Eventbranche | 380 |
| 20 | Ausblick: Lichttechnik in der Zukunft | 383 |
| 20.1 | Zusammenwachsen von Eventtechnik und Lichtarchitektur | 383 |
| 20.2 | Neue Sende- und Videoformate (Zoom-Meetings, Green-Screen-Studios für Online-Lehre) | 385 |
| 20.3 | Virtual Production | 387 |
| 20.3.1 | Hybride virtuelle Produktion | 388 |
| 20.3.2 | Live LED Wall In-Camera Virtual Production | 388 |
| 20.4 | Augmented Reality und Interaktivität | 390 |
| 20.4.1 | Interaktivität | 390 |
| 20.4.2 | Einsatz von AR und Interaktivität bei Medienfassaden | 391 |
| 20.5 | Cross-Reality (XR)-Plattformen für hybride Eventformate | 392 |
| 20.5.1 | XRevent | 393 |
| 20.5.2 | Clubevent und Lichteditor mit XR/VR-Techniken | 395 |
| 20.5.3 | Nutzungs- und Gestaltungsmöglichkeiten von XR-Techniken im Digitalen Theater | 396 |
| 20.5.4 | Cross-Reality-Konzerte | 397 |
| 20.5.5 | Soziale Interaktion in Cross-Reality-Umgebungen | 399 |
| 20.5.6 | Ausblick | 400 |
| 20.6 | BIM (Building Information Modelling) | 400 |
| 20.7 | Fotogrammetrie | 403 |
| 20.8 | Einsatz von KI und neuronalen Netzen im Lichtdesign | 405 |
| 20.8.1 | Systemdesign mit neuronalen Netzen (Neural Network – NN) | 405 |
| 20.8.2 | Echtzeit-Verfahren | 407 |
| 20.8.3 | Einsatz von KI für die Vorvisualisierung | 408 |
| | Lösungen der Übungsaufgaben und Verständnisfragen | 409 |
| | Literatur und weitere Informationsmedien | 411 |
| | Bildnachweis | 415 |
| | Index | 423 |

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

■ Vorwort zur 3. Auflage

Die zweite, im Jahr 2021 erschienene und stark überarbeitete Auflage wurde im Markt sehr gut aufgenommen. In diese dritte Auflage konnten deshalb zwischenzeitliche Entwicklungen eingefügt werden. So ermöglichen etwa Laser-Engines die Konstruktion noch enger strahlender Movinglights (Abschnitt 9.2.6). Auch das Thema Blue Hazard ist wieder verstärkt in den Fokus gelangt, sodass Abschnitt 5.6 deutlich erweitert und vertieft wurde. Und auch die neuesten Entwicklungen im Bereich Cross Reality (Abschnitt 20.5) und bei KI bzw. Deep Learning (Abschnitt 20.8) sind eingeflossen.

Danksagung

Ich möchte an dieser Stelle auch wieder dem Hanser Verlag und vor allem Frau Kubiak und Herrn Katzenmayer für die sehr gute Zusammenarbeit danken, sowie den Mitautor:innen für die verschiedenen Kapitel.

Roland Greule

Hamburg, Juni 2024

Die Autor:innen

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.

Er hat vor rund 30 Jahren das Programm Relux mitentwickelt, das heute von der Schweizer Firma Relux AG deutlich weiterentwickelt vertrieben und weltweit erfolgreich als Lichtsimulationsprogramm genutzt wird.

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.

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 Lichterzeugung 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 2015 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.

MA Dipl. Des. Anke von der Heide ist Wissenschaftlerin und Medienkünstlerin mit einem interdisziplinären Lebenslauf, beginnend mit einem Studium der Visuellen Kommunikation an der Bauhaus-Universität Weimar, einem weiterem Studium der Architektur und Urban Design an der TU Berlin und der Tongji Universität Shanghai sowie einem Forschungsprojekt in Intermedia Art an der Tokyo National University for Fine Arts and Music. Sie forschte an der TU Berlin im Bereich Smart Cities und lehrte als freie Dozentin in den Bereichen Medienarchitektur und Mensch-Computer-Interaktion an der Bauhaus-Universität Weimar, am Quality and Usability Lab der TU Berlin und lehrt und promoviert seit 2018 in den Bereichen Medientechnik und Digitale Realität. Seit 2020 leitet sie die Entwicklung des Projekts XRevent – ein Baukasten für realitätsübergreifende Events. In ihrer Arbeit erforscht sie die Schnittmenge von Technologie, Soziologie sowie Kunst und beschäftigt sich stets mit den Auswirkungen von innovativem Design in der ästhetischen Praxis.

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.