

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlagen</b>	17
1.1	Einleitung	17
1.2	Lichttechnische und optische Grundlagen	21
1.2.1	Das Wesen des Lichtes	21
1.2.2	Licht als spektrale und integrale Größe	21
1.2.3	Licht als Welle und Teilchen	24
1.2.4	Ausbreitung des Lichtes	25
1.2.5	Die vier Grundgrößen der Lichttechnik	28
1.2.5.1	Lichtstrom	28
1.2.5.2	Lichtstärke	29
1.2.5.3	Beleuchtungsstärke	31
1.2.5.4	Leuchtdichte	32
1.2.6	Ergänzende Grundgrößen der Lichttechnik	33
1.2.6.1	Pupillenlichtstärke	33
1.2.6.2	Zylindrische, halbzyklindrische und sphärische Beleuchtungsstärke	34
1.2.6.3	Lichtmenge $Q$	35
1.2.6.4	Spezifische Lichtausstrahlung $M$	35
1.2.6.5	Lichteinfallstärke $J$	35
1.2.6.6	Belichtung und Leitzahl	35
1.2.7	Strahlungsphysikalische Größen	36
1.2.8	Abgeleitete Größen	36
1.2.8.1	Stoffkennzahlen	36
1.2.8.2	Ergänzende Stoffkennzahlen	37
1.2.8.3	Wirkungsgrade	40
1.2.9	Beziehungen zwischen den Grundgrößen	41
1.2.10	Berechnung einfacher Elementarstrahler	44
1.2.10.1	Zusammenhang zwischen Lichtstärke im Maximum der Ausstrahlung und dem Lichtstrom	44
1.2.10.2	Anwendung des Raumwinkelprojektionsgesetzes auf Lambertstrahler	45
1.2.10.3	Anwendung des Raumwinkelprojektionsgesetzes für Sekundär- und Primärstrahler	45
1.2.10.4	Berechnung der Beleuchtungsstärke mittels zonalem Lichtstromverfahren	46
1.2.11	Grundbegriffe der Beleuchtungsoptik	48
1.2.11.1	Geometrische Optik	49
1.2.11.2	Wellenoptik	51
1.2.11.3	Nichtabbildende Optik – Beleuchtungsoptik	55
1.3	Grundlagen der Farbmetrik	61
1.3.1	Farbreiz, CIE-Normvalenzsystem, CIE-Normfarbtafel, MACADAM-Ellipsen, Farbmischung	61
1.3.2	Farberscheinung, Farbumstimmung, Farbräume, Farbdifferenzformeln	67
1.3.3	Farbwiedergabe, Farbwiedergabeindex und dessen semantische Deutung	72
1.3.4	Wahrnehmung und Präferenz der Weißpunkte	76
1.3.5	Zusammenfassung und Ausblick	77
1.4	Physiologische und psychologische Grundlagen	78
1.4.1	Aufbau des Auges	78
1.4.1.1	Optische Abbildung	78
1.4.1.2	Streulicht im Auge	79
1.4.1.3	Retina (Netzhaut)	79
1.4.2	Anpassung des Auges an die visuellen Bedingungen	82
1.4.2.1	Pupillenweite	82
1.4.2.2	Akkommodation	82

1.4.2.3	Adaptation des Auges .....	83
1.4.2.4	Augenbewegungen .....	84
1.4.3	Von der Beleuchtung beeinflusste Sehfunktionen .....	84
1.4.3.1	Kontrastwahrnehmung .....	85
1.4.3.2	Sehschärfe .....	91
1.4.3.3	Wahrnehmungsgeschwindigkeit .....	93
1.4.3.4	Hellempfindung .....	94
1.4.3.5	Sehfunktionen bei komplizierten Sehobjekt- und Umfeldstrukturen .....	95
1.4.4	Störgrößen der Beleuchtung .....	96
1.4.4.1	Physiologische Blendung .....	97
1.4.4.2	Psychologische Blendung .....	97
1.4.4.3	Wahrnehmen von Flimmern .....	99
1.4.4.4	Stroboskopeffekt .....	101
1.4.5	Nicht-visuelle Wirkungen von Licht .....	101
1.4.5.1	Anatomische Strukturen der visuellen Bahnen und Hellempfindlichkeit für Tagessehen .....	101
1.4.5.2	Entdeckung der intrinsisch fotosensitiven retinalen Ganglienzellen .....	102
1.4.5.3	Anatomische Strukturen der nicht-visuellen Bahnen und melanopische Wirkungen .....	103
1.4.5.4	$\alpha$ -opische und melanopische Bewertung von Strahlungsgrößen .....	103
1.4.5.5	Einfluss des Lebensalters auf die nicht-visuellen Wirkungen des Lichtes .....	106
1.4.5.6	Bedeutung der nicht-visuellen Wirkungen für die Beleuchtungstechnik .....	107
1.4.6	Fotobiologische Gefährdung des Auges .....	108
1.4.6.1	Schädigung durch UV-Strahlung .....	108
1.4.6.2	Schädigung durch IR-Strahlung .....	108
1.4.6.3	Blaulichtschädigung (BLH) .....	108
1.4.6.4	Altersbedingte Makuladegeneration (AMD) .....	109
1.5	Lichttechnische Berechnungen .....	110
1.5.1	Berechnung der ebenen Beleuchtungsstärke .....	110
1.5.1.1	Lichtstrommethode .....	111
1.5.1.2	Lichtstärkemethode .....	117
1.5.2	Berechnung von Raumbeleuchtungsstärken .....	128
1.5.2.1	Mittlere räumliche Beleuchtungsstärke (sphärische Beleuchtungsstärke) $E_s$ .....	128
1.5.2.2	Halbsphärische Beleuchtungsstärke $E_{hs}$ .....	128
1.5.2.3	Raumbeleuchtungsstärke $E_0$ .....	128
1.5.2.4	Zylindrische Beleuchtungsstärke $E_z$ .....	129
1.5.2.5	Halbzylindrische Beleuchtungsstärke $E_{hz}$ .....	130
1.5.3	Berechnung der Leuchtdichte .....	131
1.5.3.1	Leuchtdichteberechnung der Raumbegrenzungsflächen im Innenraum .....	131
1.5.3.2	Leuchtdichte bei der Blendungsberechnung im Innenraum .....	131
1.5.3.3	Leuchtdichte in der Außenbeleuchtung .....	132
1.5.3.4	Gegenüberstellung von Beleuchtungsstärke- und Leuchtdichteberechnung .....	133
1.5.3.5	Festlegungen zur Beobachtungsgeometrie .....	134
1.5.3.6	Ermittlung und Darstellung der Leuchtdichtekoeffizienten .....	137
1.5.3.7	Kennzeichnung und Klassifizierung des Leuchtdichtequotienten für Straßendeckschichten .....	139
1.5.3.8	Bestimmung der Leuchtdichtekoeffizienten .....	144
1.5.3.9	Punktleuchtdichten .....	144
1.5.3.10	Mittlere Leuchtdichte .....	145
1.5.3.11	Leuchtdichtegleichmäßigkeit .....	145
1.5.3.12	Leuchtdichteberechnungen bei Lichtimmissionen .....	146
1.5.4	Lichtberechnungsprogramme .....	147
1.5.4.1	Rechenalgorithmen .....	148
1.5.4.2	Wirkungsgradmethode .....	149
1.5.4.3	Punkt-zu-Punkt-Verfahren .....	151
1.5.4.4	Rechengenauigkeiten und Toleranzen .....	151
1.5.4.5	Darstellung der Berechnungsergebnisse in Innenraumbereich .....	153
1.5.4.6	Darstellung der Berechnungsergebnisse in Außenraumbereich .....	155
1.5.4.7	Raytracing-Verfahren .....	156
1.5.4.8	Lichtplanungsprogramme: Relux Desktop, DIAlux evo, sowie weitere Programme .....	157
1.5.4.9	Echtzeit-Lichtsimulationsprogramme .....	159
1.5.4.10	Virtual Reality .....	160
1.5.4.11	Building Information Modelling .....	161

1.6	Lichttechnische Messungen .....	163
1.6.1	Messung fotometrischer Größen .....	163
1.6.1.1	Grundlagen .....	163
1.6.1.2	Messprinzipien und Geräte .....	174
1.6.2	Messungen an Lampen und Leuchten .....	187
1.6.3	Messung an LED-Leuchten .....	189
1.6.3.1	Grundlegendes .....	189
1.6.3.2	Einflussgrößen bei der Messung .....	190
1.6.3.3	Richtlinien für die Messtechnik an LED-Quellen .....	191
1.6.4	Messunsicherheiten .....	191
1.6.5	Messung an Beleuchtungsanlagen .....	195
1.6.5.1	Innenraumbelichtung .....	196
1.6.5.2	Außenbeleuchtung .....	199
<b>2</b>	<b>Lichtquellen und Zubehör .....</b>	<b>205</b>
2.1	Lampen .....	205
2.1.1	Übersicht zur Lichterzeugung .....	205
2.1.2	Glühlampen .....	207
2.1.3	Halogenglühlampen .....	210
2.1.4	Leuchtstofflampen .....	212
2.1.4.1	Leuchtstofflampen mit den Durchmessern 38 mm (T12) und 26 mm (T8) .....	213
2.1.4.2	Leuchtstofflampen mit 16 mm Durchmesser (T5) .....	216
2.1.4.3	Leuchtstofflampen mit 7 mm Durchmesser (T2) .....	217
2.1.5	Kompaktleuchtstofflampen .....	217
2.1.5.1	Kompaktleuchtstofflampen mit Stecksockel .....	219
2.1.5.2	Kompaktleuchtstofflampen mit Schraubsockel .....	220
2.1.6	Induktionslampen .....	221
2.1.7	Natriumdampf-Niederdrucklampen .....	221
2.1.8	Hochdruck-Entladungslampen .....	222
2.1.8.1	Quecksilberdampf-Hochdrucklampen .....	222
2.1.8.2	Natriumdampf-Hochdrucklampen .....	224
2.1.8.3	Halogen-Metaldampflampen .....	226
2.1.9	LED-Lampen (Retrofitlampen) .....	230
2.1.10	Allgemeine Eigenschaften und Kennwerte von Lampen .....	234
2.1.10.1	Brennstellung .....	234
2.1.10.2	Lebensdauer .....	234
2.1.10.3	Farbeigenschaften .....	237
2.1.10.4	Ausbleichen von Materialien .....	238
2.1.10.5	Energiebilanz .....	241
2.1.10.6	Lampenbezeichnungssysteme .....	241
2.1.11	Richtlinien der EU .....	243
2.1.11.1	Richtlinien und Verordnungen zum Ökodesign .....	243
2.1.11.2	Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE) .....	244
2.1.11.3	Stoffverbotsrichtlinie (RoHS) .....	245
2.2	Betriebsmittel für Niedervolt-Halogenglühlampen .....	245
2.2.1	Elektromagnetische Transformatoren .....	245
2.2.2	Elektronische Transformatoren .....	247
2.3	Betriebsmittel für Entladungslampen .....	250
2.3.1	Elektromagnetische Vorschaltgeräte .....	250
2.3.1.1	Aufbau .....	250
2.3.1.2	Effizienzanforderungen an Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen .....	253
2.3.2	Starter .....	254
2.3.3	Elektromagnetische Vorschaltgeräte für die Leistungsreduzierung .....	255
2.3.4	Zündgeräte .....	256
2.3.5	Kondensatoren für die Parallelkompensation .....	258
2.4	Elektronische Vorschaltgeräte .....	258
2.4.1	Allgemeine Merkmale und Eigenschaften .....	259
2.4.2	Nicht dimmbare EVGs .....	260

2.4.2.1	Nicht dimmbare EVGs für Leuchtstofflampen und Kompaktleuchtstofflampen .....	260
2.4.2.2	Nicht dimmbare EVGs für Hochdruck-Entladungslampen .....	263
2.4.3	Dimmbare EVGs .....	264
2.4.3.1	Dimmbare EVGs für Leuchtstofflampen und Kompaktleuchtstofflampen .....	264
2.4.3.2	Dimmbare EVGs für Hochdruck-Entladungslampen .....	270
2.4.4	Normen für EVGs .....	270
2.5	Anorganische und organische Leuchtdioden .....	270
2.5.1	Physikalisches Prinzip, Bändermodell .....	271
2.5.2	Farbiges und weißes LED-Licht, Spektren .....	274
2.5.3	Packaging, thermische Aspekte des LED-Aufbaus .....	278
2.5.4	Elektrisches und thermisches Betriebsverhalten .....	281
2.5.4.1	Erfassung der Änderung der fotometrischen und elektrischen Kenngrößen weißer LEDs .....	282
2.5.4.2	Erfassung der Änderung der farbmetrischen Kenngrößen weißer LEDs .....	284
2.5.5	Spektrale und farbmetrische Eigenschaften .....	287
2.5.5.1	Weißer LEDs von 2700 K bis 3000 K .....	288
2.5.5.2	Weißer LEDs von 4000 K bis 4800 K .....	291
2.5.5.3	Melanopische Wirksamkeit weißer LEDs von 2700 K bis 6500 K .....	292
2.5.6	Alterung, Lebensdauer .....	293
2.5.6.1	Alterungsaufbau und LED-Auswahl .....	293
2.5.6.2	Datenauswertung und Ergebnisse .....	293
2.5.6.3	Fehlermechanismen und Analyse .....	295
2.5.7	Dimmverfahren für anorganische Leuchtdioden und lichttechnische Aspekte .....	297
2.5.8	Physikalische Erzeugungsprinzipien von organischen Leuchtdioden .....	300
2.5.9	Lichttechnische und elektrische Eigenschaften von organischen Leuchtdioden .....	302
2.6	Betriebsmittel für Leuchtdioden .....	305
2.6.1	Betriebsgeräte .....	306
2.6.2	Steuergeräte .....	310
<b>3</b>	<b>Leuchten</b> .....	<b>311</b>
3.1	Lichttechnische Anforderungen an Leuchten .....	311
3.1.1	Leuchtenanforderungen .....	311
3.1.2	Lichttechnische Leuchteneinteilung und -kennziffern .....	313
3.1.3	Ermittlung des Leuchtenlichtstroms für Leuchten mit Lampen- oder LED-Bestückung .....	315
3.2	Lebensdauer von Leuchten .....	315
3.2.1	Lebensdauer von Leuchten mit konventioneller Bestückung .....	316
3.2.2	Lebensdauer von Leuchten mit LED-Bestückung .....	316
3.2.2.1	Spezielle Einflussfaktoren auf die wirtschaftliche Nutzlebensdauer von LED-Leuchten .....	317
3.2.2.2	Lebensdauerdefinition von LED-Leuchten (LxBy, LxCy etc.) .....	318
3.3	Elemente der Lichtlenkung .....	319
3.3.1	Reflektoren .....	321
3.3.1.1	Reflektoren mit spiegelnder Reflexion .....	321
3.3.1.2	Spiegelreflektoren für LED .....	325
3.3.1.3	Reflektoren mit diffuser Reflexion .....	326
3.3.2	Transmittoren aus klaren Materialien (Refraktoren) .....	328
3.3.2.1	LED-Linsen .....	328
3.3.2.2	Miniaturisierte Optik .....	329
3.3.2.3	Mikrooptik .....	330
3.3.3	Schatter .....	330
3.3.4	Transmittoren mit diffuser Transmission .....	331
3.3.5	Kombinationen von spiegelnden Reflektoren und klaren Transmittoren (Hybridoptik) .....	333
3.3.6	Kombinationen von diffusen Reflektoren und Transmittoren .....	333
3.3.7	Wellenoptische Elemente der Lichtmodellierung .....	334
3.3.8	Lichtleiter .....	335
3.4	Prinzipien des Leuchtaufbaus .....	337
3.4.1	Innen- und Außenleuchten mit konventioneller Bestückung .....	337
3.4.1.1	Scheinwerfer .....	337
3.4.1.2	Konzentratoren .....	338

3.4.1.3	Projektoren .....	338
3.4.1.4	Mikroskopbeleuchtung .....	339
3.4.1.5	Lichtsignale .....	340
3.4.1.6	Konventionelle Leuchten mit LED-Retrofit-Lampen .....	341
3.4.2	Innen- und Außenleuchten mit integrierter LED Bestückung .....	342
3.5	Mechanische und elektrische Ausführung von Leuchten .....	343
3.5.1	Schutzklassen .....	343
3.5.2	Schutzarten .....	343
3.5.3	Brandschutzkennzeichnung an Leuchten .....	345
3.5.4	Kennzeichnung der elektromagnetischen Verträglichkeit an Leuchten .....	346
3.5.5	Weitere Kennzeichnungen an Leuchten .....	346
3.6	Thermomanagement von LED-Leuchten .....	347
3.6.1	Wärmeübertragung .....	347
3.6.2	Wärmepfad durch die Leuchte .....	351
3.7	Leuchtausführungen .....	354
3.7.1	Leuchten für den Innenraum .....	354
3.7.1.1	Lineare und Flächenleuchten .....	355
3.7.1.2	Downlights .....	362
3.7.1.3	Arbeitsplatzleuchten .....	363
3.7.1.4	Strahlerleuchten .....	363
3.7.1.5	Hochleistungsleuchten .....	365
3.7.1.6	Funktionale Lichtlinien .....	366
3.7.1.7	Sicherheitsleuchten .....	367
3.7.1.8	Leuchten mit Lichtleitertechnik .....	367
3.7.2	Leuchten für den Außenraum .....	370
3.7.2.1	Straßenleuchten .....	370
3.7.2.2	Scheinwerfer .....	372
<b>4</b>	<b>Lichtsteuerung, Regelung und Management .....</b>	<b>375</b>
4.1	Anforderungen und Anwendungen .....	375
4.2	Steuerung und Regelung .....	376
4.2.1	Datennetzwerke .....	378
4.3	Analoge drahtgebundene Schnittstellen .....	383
4.3.1	Schnittstelle Schalter, Taster, Relais und Schütz .....	383
4.3.1.1	Schnittstelle Dimmer .....	384
4.3.2	Analoge Schnittstelle 1–10V und 0–10V (Drahtgebunden) .....	386
4.3.3	Touch-and-Dim-Schnittstelle .....	387
4.4	Drahtgebundene Digitale Schnittstellen .....	388
4.4.1	Digitale Schnittstelle DSI, DALI und DALI 2 .....	388
4.4.2	Digitale Schnittstelle DMX 512 .....	391
4.4.3	Digitale Schnittstelle Powerline .....	393
4.4.4	Digitale Schnittstelle Ethernet und Power Over Ethernet PoE .....	394
4.5	Drahtlose Schnittstellen .....	396
4.5.1	Bluetooth .....	401
4.5.2	Zigbee .....	409
4.5.3	Multi-Protokoll Zigbee 3.0 + Bluetooth Low Energy .....	416
4.5.4	W-LAN/Wi-Fi .....	417
4.5.5	Proprietäre Funkschnittstellen .....	423
4.6	Optische drahtlose Kommunikation .....	425
4.7	Industrial Ethernet, Feldbus und Gebäudemanagement .....	432
4.7.1	KNX in der Gebäudetechnik .....	437
4.7.2	Weitere Netzwerke der Gebäudetechnik .....	438
4.8	Sensorik und Anwendungen .....	439
4.9	Konzepte für Steuerungen .....	442

<b>5</b>	<b>Beleuchtung mit Tageslicht</b> .....	445
5.1	Allgemeine Gesichtspunkte .....	445
5.2	Meteorologische Grundlagen .....	447
5.3	Anforderungen an Fenster aus psychologischer Sicht .....	455
5.4	Anforderungen an die funktionelle Beleuchtung mit Tageslicht .....	456
5.5	Tageslichttechnische Begriffe .....	456
5.6	Tageslichttechnische Grundlagen .....	462
5.7	Berechnung .....	464
5.7.1	Berechnung des Tageslichtquotienten $D$ bei seitlicher Fensteranordnung .....	464
5.7.2	Berechnung des mittleren Tageslichtquotienten $\bar{D}_{OL}$ bei Räumen mit Oberlicht .....	467
5.8	Tageslichtlenksysteme, Sonnen- und Blendschutz .....	469
5.9	Anmerkungen zur Tageslichtplanung .....	472
5.10	Kombination von Tageslichtbeleuchtung und Beleuchtung mit elektrischem Licht .....	474
<b>6</b>	<b>Beleuchtungsanlagen im Innenraum</b> .....	476
6.1	Anforderungen, Kriterien und Kenngrößen .....	476
6.1.1	Anforderungen an die Beleuchtungsanlage .....	477
6.1.2	Kriterien der Beleuchtung .....	477
6.1.3	Kenngrößen .....	478
6.1.3.1	Beleuchtungsstärke .....	478
6.1.3.2	Leuchtdichte .....	479
6.1.3.3	Blendung .....	479
6.1.3.4	Farbe .....	480
6.1.3.5	Lichtrichtung und Schattigkeit .....	481
6.1.3.6	Flimmern .....	482
6.1.3.7	Kontrastwiedergabefaktor .....	483
6.2	Richtlinien .....	483
6.2.1	Arbeitsplätze im Innenraum .....	483
6.2.2	Not- und Sicherheitsbeleuchtung .....	484
6.3	Kombination von Tageslichtbeleuchtung und Beleuchtung mit künstlichem Licht .....	484
6.4	Planung .....	486
6.4.1	Planungsablauf .....	486
6.4.2	Beleuchtungskonzepte .....	488
6.4.3	Beleuchtungsarten .....	489
6.4.3.1	Direktbeleuchtung .....	489
6.4.3.2	Direkt-Indirektbeleuchtung .....	489
6.4.3.3	Indirekte Allgemeinbeleuchtung .....	490
6.4.3.4	Weitere Beleuchtungskonzepte .....	491
6.4.4	Lichtberechnungsmethoden .....	491
6.4.4.1	Radiosity .....	491
6.4.4.2	Backward Raytracing .....	493
6.5	Wirtschaftlichkeit, Umwelt, Energieeffizienz .....	495
6.5.1	Wirtschaftlichkeit von Beleuchtungsanlagen .....	495
6.5.1.1	Simple-Payback-Methode .....	496
6.5.1.2	Life-Cycle-Cost-Methode .....	496
6.5.1.3	Berechnungsbeispiel .....	497
6.5.2	Umweltverträglichkeit von Beleuchtungsanlagen .....	498
6.5.3	Energieeffizienz von Beleuchtungsanlagen .....	499
6.6	Weitere Gebiete .....	500
6.6.1	Dynamische Beleuchtung .....	500
6.6.2	Wahrnehmungsbasierte Planung nach Cuttle .....	501
6.6.3	Lichtqualität .....	502

<b>7</b>	<b>Beleuchtungssysteme im Außenraum</b> .....	504
7.1	Anforderungen, Güteerkmale und Kenngrößen .....	504
7.1.1	Güteerkmale .....	504
7.1.1.1	Leuchtdichte $L_v$ .....	504
7.1.1.2	Visibility Level .....	506
7.1.1.3	Beleuchtungsstärke .....	507
7.1.1.4	Gleichmäßigkeit .....	508
7.1.1.5	Randbeleuchtungsstärkeverhältnis EIR .....	509
7.1.1.6	Blendung $f_{TI}$ , G, D, GR, RG .....	509
7.1.2	Begriffe und Definitionen .....	512
7.1.3	Normen und Richtlinien .....	514
7.1.3.1	Straßenbeleuchtung .....	514
7.1.3.2	Tunnelbeleuchtung .....	515
7.1.3.3	Arbeitsplätze im Außenraum .....	515
7.1.3.4	Nicht überdachte Sportstätten .....	516
7.1.3.5	Architekturbeleuchtung .....	516
7.2	Planung .....	516
7.2.1	Planungsablauf .....	516
7.2.2	Allgemeines zur Lichtplanung .....	517
7.2.2.1	Wirkungsgradverfahren zur Lichtstromermittlung .....	517
7.2.2.2	Fahrbahnbelag .....	518
7.2.2.3	Optische Führung .....	519
7.2.2.4	Lichtgestaltung und Modellierung .....	519
7.2.3	Straßenbeleuchtung .....	519
7.2.3.1	Auswahl der Beleuchtungsklassen .....	520
7.2.3.2	M-Klassen .....	520
7.2.3.3	P-Klassen .....	520
7.2.3.4	C-Klassen .....	521
7.2.3.5	Platzierung von Leuchten in der Straßenbeleuchtung .....	521
7.2.3.6	Fußgängerüberwege und Fußgängerquerungshilfen .....	524
7.2.4	Tunnelbeleuchtung .....	525
7.2.4.1	Kurze Tunnel und Unterführungen .....	525
7.2.4.2	Lange Tunnel .....	526
7.2.5	Arbeitsplätze im Außenraum .....	528
7.2.5.1	Besonderheiten .....	528
7.2.5.2	Beleuchtung von Werksstraßen .....	530
7.2.5.3	Beleuchtung von Lagerplätzen .....	530
7.2.5.4	Beleuchtung von Parkplätzen .....	530
7.2.6	Nicht überdachte Sportstätten .....	530
7.2.6.1	Fußballplätze .....	531
7.2.6.2	Tennisplätze .....	531
7.2.7	Architekturbeleuchtung .....	533
7.2.7.1	Anstrahlungen .....	533
7.2.7.2	Masterplan .....	534
7.3	Nachhaltige Beleuchtung .....	535
<b>8</b>	<b>Anhang</b> .....	536
8.1	Anhang Formelzeichen .....	536
8.2	Messprotoll Beispiel .....	538
8.3	Lichtströme von Lichtquellen .....	540
8.4	DMX-Adressen und -Anschluss .....	541
8.5	Kabelhinweis .....	543
	Literatur .....	545
	Autoren .....	564
	Bildquellen .....	568
	Register .....	569