

Inhaltsverzeichnis

Teil A: Grundlagen	7
1. Photonenenergie, Wellenlänge, Frequenz, Wellenzahl	8
2. Spektrale Verteilung und spektrale Größen	10
3. Spektral bewertete Größen (Integrale Wirkung)	14
4. Fläche und Flächenprojektion, Raumwinkel und Raumwinkelprojektion	17
4.1 Fläche und Flächenprojektion	17
4.2 Raumwinkel und Raumwinkelprojektion	18
5. Energetische, photonentechnische und lichttechnische Grundgrößen	25
5.1 Strahlungsfluss, Photonenstrom, Lichtstrom	26
5.2 Spezifische Ausstrahlung, spezifische Photonenausstrahlung, spezifische Lichtausstrahlung (M)	27
5.3 Strahlungsenergie, Photonenzahl, Lichtmenge (Q)	28
5.4 Strahlstärke, Photonenstrahlstärke, Lichtstärke (I)	28
5.5 Bestrahlungsstärken, Photonenbestrahlungsstärken, Beleuchtungsstärken (E)	31
5.6 Bestrahlung, Photonenbestrahlung, Belichtung (H)	34
5.7 Strahldichte, Photonenstrahldichte, Leuchtdichte (L)	34
5.8 Zusammenstellung der lichttechnischen Größen	36
6. Beziehungen zwischen den Grundgrößen	37
6.1 Photometrisches Grundgesetz	37
6.2 Raumwinkelprojektionsgesetz und photometrisches Entfernungsgesetz	39
6.3 Parameter von LAMBERT-Strahlern	40
6.4 Spezielle Größen; Raumbeleuchtungsstärken und Pupillenlichtstärke	42
6.4.1 Pupillenlichtstärke	42
6.4.2 Räumliche Beleuchtungsstärken	44
7. Abgeleitete Größen	46
7.1 Energetische und lichttechnische Materialeigenschaften und -kennzahlen	46
7.1.1 Allgemeine Definition der Stoffkennzahlen	46
7.1.2 Reflexion, Transmission und Absorption	47
7.1.2.1 Reflexion („Albedo“)	48
7.1.2.1.1 Reflexionsgrad	48
7.1.2.1.2 Optische Dichte (Schwärzung) in Reflexion	48
7.1.2.1.3 Strahldichte- und Leuchtdichtefaktoren in Reflexion	49
7.1.2.1.4 Reflexionskoeffizient	50
7.1.2.1.5 Rückstrahlwert	50
7.1.2.1.6 Zusammenhänge zwischen den Reflexions-Stoffkennzahlen	51
7.1.2.2 Transmission	52
7.1.2.2.1 Transmissionsgrad	52
7.1.2.2.2 Optische Dichte in Transmission	53
7.1.2.2.3 Strahldichte- und Leuchtdichtefaktoren in Transmission	53
7.1.2.2.4 Transmissionskoeffizient	53

7.1.2.3	Absorption	54
7.1.3	Zusammenhänge zwischen Reflexions-, Transmissions- und Absorptionseigenschaften	54
7.2	Licht- und Strahlungsparameter an Grenzflächen und in Volumina	55
7.2.1	Leuchtdichte- bzw. Strahldichte in Medien mit unterschiedlicher Brechzahl	55
7.2.2	Veränderung der Licht- und Strahlungsparameter durch Absorption, Streuung und Emission	58
7.2.2.1	Optisch klare Medien	58
7.2.2.1.1	Reflexion (Spiegelnde Reflexion)	58
7.2.2.1.2	Transmission (Optisch klare Medien)	58
7.2.2.1.3	Gesamttransmissionsgrad von Filterkombinationen	61
7.2.2.1.4	Kombination von Transmission- und Emission	61
7.2.2.2	Streuende Materialien	63
7.2.2.2.1	Licht- und Strahlungsparameter bei stark streuenden Materialien	63
7.2.2.2.2	Licht- und Strahlungsparameter in optisch trüben Volumina	65
7.2.2.2.3	Weitere Streuungskennzahlen	67
8.	Empfängerkennzahlen	70
8.1	Relevante Strahlungs- und Lichtgrößen für die Empfängerbewertung	70
8.2	Gesamt- und differenzielle Empfindlichkeit	70
8.3	Spektrale Empfindlichkeit	71
8.4	Aktinität	72
8.5	Lichtempfindlichkeit in der fotografischen Sensitometrie	73
9.	Wirkungsgrade	75
9.1	Lichtausbeute	75
9.2	Strahlungsausbeute	75
9.3	Optischer Nutzeffekt	75
9.4	Photometrisches Strahlungsäquivalent	76
9.5	Beziehungen zwischen Lichtausbeute, Strahlungsausbeute und optischem Wirkungsgrad	76
9.6	Leuchtenwirkungsgrad	77
9.7	Raum- und Beleuchtungswirkungsgrade	78
9.8	Verstärkungszahl, Verstärkungsfaktor einer Leuchte	78
10.	Grundbeziehungen der technischen Optik	79
10.1	Grundgesetze	79
10.1.1	Lichtausbreitung, Brechzahl	79
10.1.2	Brechungsgesetz	79
10.1.3	Reflexionsgesetz	80
10.1.4	Totalreflexion	80
10.2	Lichtlenkung und Abbildung	81
10.2.1	Lichtlenkung am Reflektor	81
10.2.2	Elementare Reflektorformen	82
10.2.3	Lichtlenkung am Prisma	83
10.2.4	Beziehungen der idealen Abbildung (Linse)	85
10.2.5	Lichtlenkung bei elementaren Linsenformen	86
10.2.6	Blenden und Licht in optischen Systemen	86

10.2.6.1	Gesichtsfeldblende.....	86
10.2.6.2	Öffnungsblende und Blendenzahl	86
10.2.6.3	Licht im optischen System.....	87
10.2.6.4	Berechnung der Beleuchtungsstärke außerhalb der Abbildungsebene	90
10.2.6.4.1	Geometrische Grenzentfernung in einem Punkt	90
10.2.6.4.2	Photometrische Grenzentfernung	92
10.2.7	Licht in optischen Freiflächenformen	93
Teil B:	Licht- und Strahlungsberechnung	95
1.	Formeln für den Raumwinkel und die Raumwinkelprojektion	96
1.1	Raumwinkel und Raumwinkelprojektion bei Kugelabschnitt und Kugelschicht.....	96
1.2	Raumwinkelprojektion bei rechteckigen Flächen	97
2.	Überblick über die lichttechnischen Grundgrößen.....	98
2.1	Zusammenstellung der lichttechnischen Grundgrößen	98
2.2	LI ϕ E-Haus	99
3.	Formeln für Elementarstrahler.....	100
3.1	Primärstrahler	100
3.2	Sekundärstrahler	102
3.2.1	Lichttechnische Parameter.....	102
3.2.2	Zusammenhänge zwischen den Stoffkennzahlen	104
4.	Formeln zur Berechnung der Beleuchtungsstärke.....	105
4.1	Beleuchtungsstärke unter großen leuchtenden Flächen	105
4.1.1	Winkelabhängige Leuchtdichte	105
4.1.2	Leuchtdichte über die Fläche und den Ausstrahlungswinkel	105
4.1.2.1	Kreisrunde Flächen	105
4.1.2.2	Rechteckige Flächen	106
4.2	Beleuchtungsstärke unter kleinen leuchtenden Flächen („Punkt“-Strahler)	106
4.2.1	Varianten für das photometrische Entfernungsgesetz	106
4.2.2	Gültigkeitsgrenzen der Anwendung des photometrischen Entfernungsgesetzes	109
5.	Formeln zur Berechnung der Leuchtdichte.....	110
5.1	Leuchtdichte bei LAMBERT-Strahlern	110
5.2	Leuchtdichte bei spiegelnder Reflexion bzw. bei optisch klarer Transmission	110
5.3	Leuchtdichte bei beliebiger Reflexions- bzw. Transmissionsverteilung	111
6.	Formeln zur Berechnung des Lichtstromaustausches	112
6.1	Ausgangsgleichungen	112
6.2	Lichtstromaustausch zwischen zwei kleinen Flächen	114
6.3	Lichtstromaustausch zwischen einer kleinen u. einer großen kreisrunden Fläche	115
6.4	Lichtstromaustausch zwischen zwei großen Flächen	116
6.4.1	Kreisrunde Flächen.....	116
6.4.2	Rechteckige Flächen.....	117
6.5	Bestimmung des Lichtstromaustausches aus der Beleuchtungsstärkeverteilung	120
6.6	Bestimmung des Lichtstromes aus dem zonalen Lichtstromdiagramm	120

7. Wirkungsgradverfahren zur Bestimmung des Lichtstromaustausches, der Beleuchtungsstärke und der Leuchtdichte	121
7.1 Grundlagen des Wirkungsgradverfahrens	121
7.2 Berechnung der lichttechnischen Parameter	123
7.2.1 Berechnung in der Nutzebene.....	123
7.2.2 Berechnung auf den Wänden.....	124
7.2.3 Berechnung auf der Decke.....	124
7.2.4 Genauigkeitsbetrachtungen zum Verfahren	125
7.2.5 Lichtkästen (Transparente) und Lichtdecken	125
8. Formeln für spezielle Anwendungen	127
8.1 Lichtübertragungselemente.....	127
8.1.1 Lichtübertragung in Licht- und Bildleitern.....	127
8.1.2 Lichtübertragung mit prismatischen Funktionselementen.....	129
8.1.2.1 Übertragung und Lichtlenkung bei einfachen prismatischen Elementen	129
8.1.2.2 Übertragung in prismatischen Hohlleitern (Hollow Lightguides).....	131
8.1.3 Übertragung in Lichtrohren	132
8.2 Licht und Kamera	133
8.2.1 Belichtung bei variabler Belichtungszeit	133
8.2.2 Belichtung bei festen Belichtungszeiten	139
8.2.3 Belichtung mit Blitzlicht	140
8.3 Licht und Projektion	143
8.3.1 Projektionsgeräte (Projektoren).....	145
8.3.2 Bildwände	146
Teil C: Aufgaben zur Licht- und Strahlungsberechnung	149
Teil D: Anhang	173
Teil E: Literaturverzeichnis	193
Teil F: Verwendete Größen und ihre Formelzeichen	197
Teil G: Stichwortverzeichnis	207