

# Inhalt

<b>Vorwort zur 2. Auflage</b> .....	5
<b>Vorwort zur 1. Auflage</b> .....	5
<b>1 Physikalische Grundlagen der Infrarottechnik</b> .....	11
1.1 Strahlungsgesetze .....	11
1.1.1 Radiometrische Grundgesetze .....	11
1.1.2 Gesetze des Schwarzen Strahlers .....	15
<b>2 Komponenten der Infrarottechnik</b> .....	20
2.1 Strahlungssender .....	21
2.1.1 Inkohärente Strahlungssender .....	22
2.1.1.1 Thermische Strahlungssender .....	22
2.1.1.2 Nichtthermische Strahlungssender .....	26
2.1.1.3 Halbleiter-Lumineszenzdiodensender (LED) .....	27
2.1.2 Kohärente Strahlungssender .....	30
2.1.2.1 Gas-Laser .....	32
2.1.2.2 Flüssigkeits-Laser (Farbstoff-Laser) .....	32
2.1.2.3 Halbleiter-Laser .....	33
2.1.2.4 Festkörper-Laser .....	36
2.2 Strahlungsmodulation .....	36
2.2.1 Direkte Modulation .....	37
2.2.2 Indirekte Modulation .....	38
2.2.2.1 Optische Modulation .....	38
2.2.2.2 Nichtoptische (mechanische) Modulation .....	42
2.3 Optische Komponenten .....	43
2.3.1 Gesetze der geometrischen Optik .....	43
2.3.1.1 Brechung und Reflexion .....	43
2.3.1.2 Dispersion .....	46
2.3.1.3 Interferenz .....	47
2.3.1.4 Beugung .....	49
2.3.2 Optische Elemente .....	50
2.3.2.1 Linsen .....	50
2.3.2.2 Spiegel .....	55
2.3.3 Abbildungsfehler .....	57
2.3.4 Beugungsbegrenzte Abbildung .....	59
2.3.5 Spektrale Zerlegung .....	61
2.3.6 Infrarotoptische Materialien und Komponenten .....	65

2.3.6.1	Infrarotoptische Materialien .....	65
2.3.6.2	Antireflexschichten .....	70
2.3.6.3	Optische Filter .....	71
2.3.6.4	Lichtwellenleiter, Glasfaseroptik .....	73
2.4	Einfluß der Atmosphäre .....	76
2.4.1	Zusammensetzung der Atmosphäre .....	78
2.4.2	Absorption .....	78
2.4.3	Streuung .....	80
2.5	Strahlungsempfänger (Detektoren) .....	85
2.5.1	Detektorcharakteristiken, Auswahlkriterien .....	85
2.5.1.1	Empfindlichkeitscharakteristiken .....	86
2.5.1.2	Betriebsparameter .....	86
2.5.1.3	Zuverlässigkeitsparameter .....	93
2.5.1.4	Detektorkonfiguration .....	94
2.5.2	Nicht-Quantendetektoren (thermische Detektoren) .....	99
2.5.2.1	Thermoelement, Thermosäule .....	101
2.5.2.2	Bolometer .....	101
2.5.2.3	Pneumatische Empfänger .....	103
2.5.2.4	Pyroelektrische Detektoren .....	103
2.5.2.5	Theoretische Empfindlichkeitsgrenze .....	105
2.5.3	Quantendetektoren .....	106
2.5.3.1	Quantendetektoren des äußeren lichtelektrischen Effekts .....	106
2.5.3.2	Quantendetektoren des inneren lichtelektrischen Effekts .....	108
2.5.3.3	Theoretische Empfindlichkeitsgrenze .....	117
2.6	Kühlung von Infrarotsendern und -empfängern .....	118
2.6.1	Strahlungskühlung .....	121
2.6.2	Direktkontaktkühlung .....	121
2.6.3	JOULE-THOMSON-Kühler .....	122
2.6.4	Kältemaschinen .....	125
2.6.5	Thermoelektrische Kühler (PELTIER-Kühler) .....	129
2.7	Empfänger-Modulation .....	135
<b>3</b>	<b>Angewandte Infrarottechnik .....</b>	<b>138</b>
3.1	Strahlungsmessung — Radiometrie .....	141
3.1.1	Strahlungscontrast — Modulation .....	141
3.1.2	Änderung der Strahldichte mit der Temperatur — „Temperatur-contrast“ .....	142
3.1.3	Strahldichte natürlicher Oberflächen .....	145
3.1.4	Temperaturmessung (Pyrometrie) .....	147
3.1.5	Radiometer — Strahlungsthermometer .....	149

3.1.5.1	Bestrahlungsstärke $E$ am Ort des Empfängers .....	150
3.1.5.2	Rauschäquivalente Bestrahlungsstärke NEI, rauschäquivalente Temperaturauflösung NETD und Responsivity $R$ des Radiometers .....	152
3.1.5.3	Radiometer nach dem Vergleichsprinzip .....	153
3.1.6	Temperaturmeßgerät .....	155
3.1.7	Infrarot-Lichtschranke .....	158
3.1.8	IR-Flammenmelder .....	159
3.1.9	Passiv arbeitende Einbruchsicherungsanlage .....	161
3.1.10	Infrarot-Mikroskop .....	162
3.2	Ziel-Such- und Verfolgungsgeräte .....	165
3.2.1	Geräte mit mechanischer Modulation .....	168
3.2.2	Geräte mit mechanischer Gesichtsfeldabtastung .....	172
3.2.3	Geräte ohne Abtastung und Modulation der Zielstrahlung .....	175
3.2.4	Einfluß der Hintergrundstrahlung .....	176
3.3	Infrarotbildgeräte, Nachtsichtgeräte .....	177
3.3.1	Bildwandler, Bildverstärker .....	179
3.3.1.1	Photokatode .....	181
3.3.1.2	Leuchtschirm .....	182
3.3.1.3	Verstärkungseinheit .....	184
3.3.1.4	Ausführungsformen .....	186
3.3.2	LLL-(L <sup>3</sup> )-TV-Kameraröhren .....	189
3.3.2.1	Kameraröhren vom Vidicon-Typ .....	190
3.3.2.2	Kameras von CCD-Typ .....	201
3.3.3	Wärmebildgeräte, IR-Kameras .....	202
3.3.3.1	Mechanische Abtastverfahren .....	220
3.3.3.2	Elektronische Abtastverfahren .....	220
3.4	Infrarotoptische Kommunikation .....	234
3.4.1	Übertragung von Informationen über die frei Atmosphäre .....	235
3.4.1.1	IR-Tonübertragungssystem für Rundfunk und Fernsehen .....	236
3.4.1.2	Laser-Sprechgerät .....	239
3.4.1.3	Kommandoübertragung, Infrarot-Fernsteuerung .....	239
3.4.1.4	Drahtlose Fernbedienung von TF- und HiFi-Geräten .....	240
3.4.2	Übertragung von Informationen über optische Kabelstrecken .....	241
3.5	Entfernungs- und Geschwindigkeitsmessung .....	245
3.5.1	Entfernungsmeßgeräte .....	245
3.5.1.1	Entfernungsmesser für kleine Meßentfernungen .....	246
3.5.1.2	Entfernungsmesser für große Meßentfernungen .....	248
3.5.2	Geschwindigkeitsmeßgeräte .....	249
3.5.3	Längenmessung bewegter Objekte .....	250
3.5.4	Infrarot-Feuchtemessung .....	251
3.6	Infrarot-Laser in der Medizin .....	253

<b>4</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	256
4.1	Allgemeine Literatur .....	256
4.2	Atmosphäre .....	257
4.3	Bildwandler, Bildverstärker .....	257
4.4	CCD, CCI .....	258
4.5	Detektoren .....	258
4.6	Kommunikation .....	260
4.7	Kühler .....	261
4.8	Laser .....	261
4.9	Optik .....	261
4.10	Pyroelektrisches Vidicon .....	262
4.11	Radiometer .....	262
4.12	Scanner .....	263
4.13	Suchen und Verfolgen .....	263
4.14.	Wärmebildgeräte .....	263
4.15	Infrarotlaser in der Medizin .....	264
<b>5</b>	<b>Sachwörterverzeichnis</b> .....	265