

Inhaltsverzeichnis

0. Vorwort	9
Teil I Grundlagen.....	11
1. Einführung	12
1.1. Motivation und Ziele der Arbeit	12
1.2. Verwendete Notation.....	15
1.3. Getroffene Vereinbarungen	17
2. Aufbau und Funktionsweise ungekühlter IR-Kameras	18
2.1. Stand der Technik und Entwicklungstrends	18
2.2 Systemübersicht	22
2.3. Mikrobolometerarrays	24
2.4. IR-Optik.....	29
3. Radiometrisches Kameramodell	33
3.1. Kenngrößen	33
3.1.1. Strahlungsgrößen	33
3.1.2. Spannungsempfindlichkeit	36
3.1.3. Signalübertragungsfunktion	36
3.1.4. Temperaturempfindlichkeit	36
3.1.5. Rauschäquivalente Temperaturdifferenz.....	37
3.1.6. Strahlungsbegrenzte Temperaturauflösung	38
3.1.7. Inhomogenitätsäquivalente Temperaturdifferenz.....	39
3.1.8. Kontrastumfang und Dynamikbereich	39
3.1.9. Linearität	41
3.2. Kameramodell mit temperaturstabilisiertem Mikrobolometerarray	43
3.3. Kameramodell ohne temperaturstabilisiertes Mikrobolometerarray	47
4. Geräte- und Messtechnik.....	49
4.1. Messverfahren.....	49
4.1.1 Messung der Grauwerte.....	49
4.1.2 Schwarze Strahler	54
4.2. Messeinrichtungen.....	60
4.2.1. Sensormessplatz.....	60
4.2.2. Optischer Messplatz	61
4.2.3. Temperaturschrankmessplatz	62

4.2.4. Software	64
4.3. IR-Kamera	65
Teil II Radiometrische Kalibrierung	69
5. Grundlegender Ablauf der radiometrischen Kalibrierung	70
6. Bestimmung des Arbeitspunktes der Pixel	75
7. Korrektur der Ungleichförmigkeit	80
7.1 Abgleich der Kennlinie	80
7.1.1 Abgleich der Kennlinien bei konstanter Sensortemperatur	80
7.1.2 Korrigierbarkeit	84
7.1.3. Beispiel für eine Zweipunktkorrektur	87
7.2. Temperaturabhängige Korrektur der Kennlinie bei TEC-losen Arrays	93
7.2.1. Korrektur der Empfindlichkeitstemperaturabhängigkeit	93
7.2.2. Korrektur der Offsettemperaturabhängigkeit	94
7.2.3. Beispiel der temperaturabhängigen Kennlinienkorrektur	97
8. Korrektur defekter Pixel	103
8.1. Definition und Zulässigkeit defekter Pixel	103
8.2. Methoden zur Defektpixelkorrektur	106
9. Umgebungstemperaturkorrektur	108
9.1. Temperaturabhängigkeit der Strahldichte des Kamerainnenraumes	108
9.2. Bestimmung der Shutterkennlinie	109
10. Radiometrischer Abgleich	113
10.1. Spannungs-Temperatur-Kennlinie	113
10.2. Kennlinienbestimmung	118
11. Zusammenfassung	120
11.1. Kalibrierprozess	120
11.2. Gesamtmessabweichung	123
11.3. Ausblick	125
12. Literaturverzeichnis	128
13. Formelzeichen, Indizes und Abkürzungen	132
Anhang A1. Ausgleichsrechnung	136
A1.1. Einfache lineare Regression	136
A1.2. Bivariate lineare Regression	141