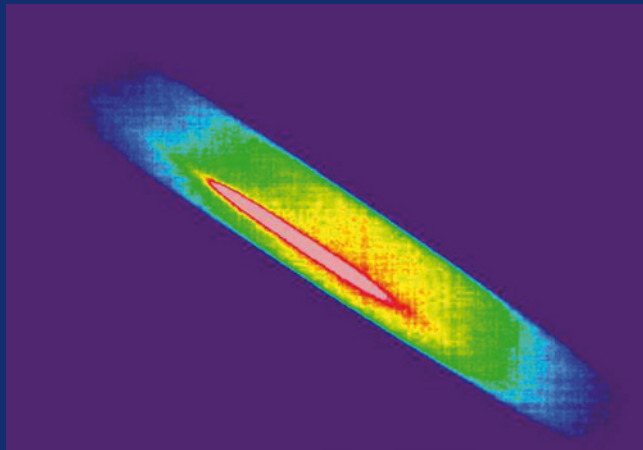
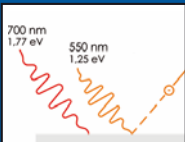
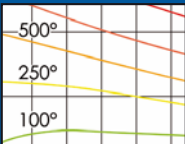
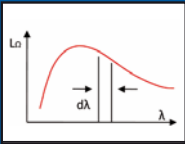
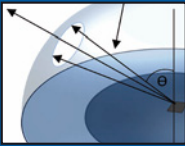


Thomas Zimmermann
Martina Zimmermann

Lehrbuch der Infrarotthermografie

Allgemeine Grundlagen der Thermodynamik,
Strahlungsphysik und Infrarot-Geräte-Technologie



Fraunhofer IRB  Verlag

Thomas Zimmermann / Martina Zimmermann
Lehrbuch der Infrarotthermografie

Lehrbuch der Infrarotthermografie

Allgemeine Grundlagen der Thermodynamik
Grundlagen der Strahlungsphysik
Infrarot-Geräte-Technologie
(für normative Stufe 1 und 2)

Fraunhofer IRB  Verlag

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

ISBN (Print): 978-3-8167-8673-3
ISBN (E-Book): 978-3-8167-8705-1

Redaktion: Sabine Marquardt, Fraunhofer IRB Verlag
Herstellung: Katharina Kimmerle, Fraunhofer IRB Verlag
Satz: Mediendesign Späth, Birenbach
Umschlaggestaltung: Martin Kjer, Fraunhofer IRB Verlag
Druck: Beltz Druckpartner GmbH & Co. KG, Hemsbach

Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© by Fraunhofer IRB Verlag, 2012
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart,
Telefon (0711) 970-2500
Telefax (0711) 970-2508
E-Mail: irb@irb.fraunhofer.de
<http://www.baufachinformation.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	7
2	Was ist Thermografie?	9
	Die Geschichte der Thermografie	10
	Die Natur des Lichts	10
	Die Entdeckung des Fotoelektrischen Effekts	11
	Die »Erfindung« des Bolometer	12
	Chronologie der »Infrarotthermografie«	15
	Thermografie - Definition	18
3	Thermodynamik – Wärme und Wärmeübertragung	19
	Raum, Zeit und Energie	19
	Temperatur	20
	Temperaturmessgeräte	21
	Wärmekapazität	23
	Spezifische Wärmekapazität	23
	Thermische Konduktion (Wärmeleitung)	24
	Wärmewiderstand	24
	Thermische Konvektion	25
	Thermische Strahlung (Wärmestrahlung)	25
	Das thermische Gleichgewicht	25
	Die »acht Temperaturen«	26
	Einflussgrößen der Thermografie bei kurzem Aufnahmeabstand	28
4	Strahlungsphysik	31
	Die emittierte Strahlung	33
	Der Strahlungsfluss	35
	Die spezifische Ausstrahlung	37
	Das Strahlungselement	39
	Das Radiometer	41
	Die Systemkonfiguration und die Rolle des Prüfers	43
	Die übertragene Strahlung	48
	Die absorbierte Strahlung	49
	Die reflektierte Strahlung	49

5	Der Fotoelektrische Effekt – Besondere Effekte bei der Beobachtung von Metall	51
	Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung mit Materie.	53
	Die Strahlungsbilanz	54
	Die Emissivität	58
	Die »vier« Emissionsgrade	65
	Die scheinbare Temperatur	69
	Das Strahlungsthermometer	70
	Die Ermittlung der Emissivität	73
	Die Messung von Temperaturdifferenzen	80
	Der Reflexionsgrad.	82
	Der Transmissionsgrad	90
	Der Absorptionsgrad	95
	Aktive Thermografie.	96
6	Technologie thermischer Kameras und Technologie von Thermografiesystemen	101
	Unterschiede in den Thermografie-Systemen	101
	Die zwei Ansätze der Thermografie	106
	Prüfung und zerstörungsfreie Prüfung	112
	Die radiometrische Kette.	112
	Die zweidimensionale Erfassung einer thermischen Szene	114
	Infrarot Optiken	116
	Aufbau der thermischen Kamera.	121
	Detektorarten.	123
	Die thermische Ausrichtung	129
7	Interne Software und externe Software	135
	Basisfunktionen zur Bearbeitung der radiometrischen Aufnahmen und der thermischer Bilder	135
	Die räumlichen Auflösungen	139
	Die thermischen Auflösungen	143
	Der Bildaufnahmemodus	147
	Das Spektralband der Kamera.	147
	Ermessen und Bewältigen einer Situation.	148
8	Die Gesetze der Physik in Bezug zur Infrarotthermografie	149
9	Literaturverzeichnis	163