

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

Technische Temperaturmessung
Temperaturmessung mit Thermografiekameras
Kalibrierung

Technical temperature measurement
Temperature measurements with
thermographic cameras
Calibration

VDI/VDE 5585

Blatt 2 / Part 2

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	3	Preliminary note.....	3
Einleitung.....	3	Introduction.....	3
1 Anwendungsbereich.....	4	1 Scope.....	4
2 Normative Verweise.....	4	2 Normative references.....	4
3 Begriffe.....	4	3 Terms and definitions.....	4
4 Formelzeichen und Abkürzungen.....	4	4 Symbols and abbreviations.....	4
5 Methoden zur Rückführung der Messwerte auf die Internationale Temperaturskala.....	7	5 Methods to trace the measured values to the International Temperature Scale	7
5.1 Rückführmethode I – Kalibrierung mit Berührungsthermometern.....	8	5.1 Traceability method I – Calibration with contact thermometers.....	8
5.2 Rückführmethode II – Rückführung mit TransfERNormal-Strahlungsthermo- metern (TSRT) oder einer Transfer- normal-Thermografiekamera.....	9	5.2 Traceability method II – Traceability with transfer standard radiation thermometers or with a transfer standard thermographic camera.....	9
6 Anforderungen an die Kalibriereinrichtung, die TransfERNormale und die Thermografiekamera sowie deren technische Ausführung.....	12	6 Requirements placed on the calibration facility, the transfer standards, and the thermographic camera as well as on their technical construction.....	12
6.1 Allgemeine Anforderungen.....	12	6.1 General requirements.....	12
6.2 Allgemeine Anforderungen an Kalibrierstrahler.....	15	6.2 General requirements placed on calibration radiators.....	15
6.3 Anforderungen an das TransfERNor- mal-Strahlungsthermometer und eine Thermografiekamera als Transfer- normal.....	17	6.3 Requirements placed on the transfer standard radiation thermometer and on the thermographic camera used as a transfer standard.....	17
7 Kalibrierverfahren.....	19	7 Calibration methods.....	19
7.1 Vorbereitung der Kalibrierung.....	20	7.1 Preparing for calibration.....	20
7.2 Auswahl der Kalibriertemperaturen.....	21	7.2 Selecting the calibration temperatures.....	21
7.3 Durchführung der Kalibrierung gemäß unterschiedlicher Kalibrierverfahren.....	22	7.3 Performing calibration in accordance with different calibration procedures.....	22
7.4 Dokumentation der Kalibrierung.....	29	7.4 How to document a calibration.....	29

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

Fachbereich Optische Technologien

VDI/VDE-Handbuch Optische Technologien
VDI-Handbuch Fabrikplanung und -betrieb, Band 1: Betriebsüberwachung/Instandhaltung
VDI-Handbuch Facility-Management
VDI/VDE-Handbuch Prozessmesstechnik und Strukturanalyse

Inhalt	Seite
8 Unsicherheitsbetrachtung	29
8.1 Messgröße.....	30
8.2 Bezugsgröße.....	30
8.3 Temperatur des Messfelds	30
8.4 Korrektur des Temperaturgradienten zwischen der Strahlerfläche des Kalibrierstrahlers und dem Berührungsthermometer in der Rückführmethode I	30
8.5 Emissionsgrad des Kalibrierstrahlers.....	31
8.6 Temperaturverteilung im Messfeld des Kalibrierstrahlers	32
8.7 Umfeldeinfluss	33
8.8 Zeitliche Temperaturänderungen des Kalibrierstrahlers	33
8.9 Messunsicherheit des Prüflings	33
8.10 Einfluss der Eigentemperatur des TransfERNormal-Strahlungsthermo- meters/Prüflings	33
8.11 Beispiele für Messunsicherheitsbudgets.....	33
Schrifttum	39

Contents	Page
8 Uncertainty analysis	29
8.1 Quantity	30
8.2 Reference quantity	30
8.3 Temperature of the measurement field	30
8.4 Correction of the temperature gradient between the radiator surface of the calibration radiator and the contact thermometer in traceability method I	30
8.5 Emissivity of the calibration radiator.....	31
8.6 Temperature distribution within the measurement field of the calibration radiator.....	32
8.7 Size-of-source effect.....	33
8.8 Temperature variations of the calibration radiator over the course of time	33
8.9 Measurement uncertainty of the device under test	33
8.10 Influence of the internal temperature of the transfer standard radiation thermometer/device under test.....	33
8.11 Examples of measurement uncertainty budgets.....	33
Bibliography	39

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/5585.

Einleitung

In dieser Richtlinie werden einige grundlegende Kalibrierverfahren für Thermografiekameras dargestellt. Kombinationen sowie Änderungen der im Folgenden vorgestellten Verfahren sind möglich.

Unter Kalibrierung wird hier die Ermittlung der Beziehung von Anzeigewert der zu prüfenden Thermografiekamera zur Anzeige eines Kalibriernormalis bei einzelnen Temperaturen mit den zugeordneten Unsicherheiten verstanden, nicht jedoch die Ermittlung von Vorschriften zur Korrektur der Anzeigewerte oder die Ermittlung von Kalibrierkurven. Die Richtlinie gibt keine Vorgaben oder Empfehlungen für erforderliche Kalibrierintervalle, diese richten sich nach der Nutzung, den Umgebungsbedingungen und den Erfordernissen des Anwendenden und sind von diesem im Rahmen seines Qualitätsmanagements für Prüfmittel festzulegen.

Die mit den Verfahren dieser Richtlinie ermittelten Temperaturmessunsicherheiten bieten die Möglichkeit des objektiven Vergleichs von Thermografiekameras. Sie werden mit möglichst homogen strahlenden Kalibrierstrahlern (VDI/VDE 3511 Blatt 4.6) bestimmt und können nicht immer auf reale Messaufgaben (z.B. Szenen mit hohen Temperaturgradienten) übertragen werden, stellen jedoch die untere Grenze für die erzielbaren Temperaturmessunsicherheiten dar. Die Verfahren können unter definierten Prüfbedingungen auch Aussagen zur Temperaturmessunsicherheit einzelner Bild-

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at www.vdi.de/5585.

Introduction

In this standard, a number of fundamental calibration procedures for thermographic cameras will be described. It is possible to combine and/or modify the procedures presented in the following.

In this context, the term „calibration“ means determining the relation between the value indicated by the thermographic camera under test and the value indicated by a calibration standard at individual temperatures with the assigned uncertainties. It does not, however, include determining provisions in order to correct the indicated values or determining calibration curves. This standard defines neither provisions nor recommendations with regard to the required calibration intervals. These intervals depend on the use that is made of the equipment in question, on the ambient conditions and on the users' requirements. The users must therefore define such intervals within the scope of their quality management system for testing equipment.

The temperature measurement uncertainties determined by means of the procedures described in this standard allow thermographic cameras to be compared objectively. These uncertainties are determined by means of calibration radiators which provide the most homogeneous radiation possible (VDI/VDE 3511 Part 4.6); they cannot always be transferred to real measurement tasks (e.g. scenarios with high temperature gradients), but they represent the lower limit of the achievable temperature measurement uncertainties. Under defined test conditions, the procedures can also provide state-

punkte liefern.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt im Bereich der Messtechnik und dient als Anleitung für die Kalibrierung von Thermografiekameras, die zur quantitativen Erfassung von Oberflächentemperaturen eingesetzt werden. Als Thermografiekameras werden hierbei, wenn nicht anders angegeben, unabhängig vom Abtastprinzip (starrer Mehrelementdetektor oder scannendes Kamerasystem) zweidimensional berührungslos Temperatur messende Geräte bezeichnet.

ments on the temperature measurement uncertainty of individual image elements.

1 Scope

This standard applies to the field of metrology. It should be used as instructions for the calibration of thermographic cameras that are used for the quantitative detection of surface temperatures. Unless otherwise stated, thermographic cameras are, in this context, two-dimensional, contact-free temperature measuring instruments – independent of the scanning principle (fixed multi-element detector or scanning camera system).