

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

Technische Temperaturmessung
Strahlungsthermometrie

Praktische Anwendung von Strahlungsthermometern

Temperature measurement in industry
Radiation thermometry

Practical application of radiation thermometers

VDI/VDE 3511

Blatt 4.5 / Part 4.5

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
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Formelzeichen und Abkürzungen	3
3 Kriterien für die Auswahl des optimalen Wellenlängenbereichs für Strahlungsthermometer mit einem Wellenlängenbereich	4
3.1 Temperaturmessbereich	4
3.2 Einfluss des Tageslichts	5
3.3 Materialeigenschaften des Messobjekts	6
3.4 Einfluss der Atmosphäre und Zwischenmedien zwischen Messgerät und Messobjekt	11
3.5 Verhältnis-Strahlungsthermometer	14
4 Einflüsse bei der praktischen Anwendung von Strahlungsthermometern	17
4.1 Emissionsgrad	17
4.2 Umfeldfaktor (SSE)	24
5 Die „korrespondierenden Vier“	28
6 Abschätzung der Messunsicherheit in der Anwendung	31
6.1 Applikation	31
6.2 Beispiel aus der Flachglasproduktion	32
Schrifttum	38

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	3
2 Symbols and abbreviations	3
3 Criteria for selecting the optimum wavelength range for radiation thermometers with one wavelength range	4
3.1 Temperature measurement range	4
3.3 Effect of daylight	5
3.3 Material properties of the measured object	6
3.4 Effect of the atmosphere and intervening media between the equipment and the object	11
3.5 Ratio radiation thermometers	14
4 Effects during the practical use of radiation thermometers	17
4.1 Emissivity	17
4.2 Size-of-source effect (SSE)	24
5 The “corresponding four”	28
6 Estimating measurement uncertainties in practical applications	31
6.1 Application	31
6.2 Example from sheet glass production	32
Bibliography	38

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

Fachbereich Prozessmesstechnik und Strukturanalyse

VDI/VDE-Handbuch Prozessmesstechnik und Strukturanalyse
VDI-Handbuch Energietechnik
VDI/VDE-Handbuch Optische Technologien

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 Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3511.

Einleitung

Die Richtlinien VDI/VDE 3511 Blatt 4, Blatt 4.2 und Blatt 4.4 sowie DIN IEC/TS 62492-2 vermitteln

- die physikalischen Grundlagen der Strahlungsthermometrie,
- definieren die metrologisch relevanten Gerätespezifikationen von Strahlungsthermometern,
- erläutern ihre experimentelle Bestimmung und
- beschreiben die Kalibrierung von Strahlungsthermometern unter Angabe eines Unsicherheitsbudgets.

Diese Richtlinie beschreibt wesentliche Einflussgrößen auf die Messgenauigkeit, die bei der praktischen Anwendung von Strahlungsthermometern beachtet werden müssen.

Es werden Hinweise zur Auswahl des geeigneten Wellenlängenbereichs für die berührungslose Temperaturmessung gegeben. Dazu werden typische Emissionsgrade wichtiger Werkstoffe für unterschiedliche Wellenlängenbereiche in einer Tabelle zusammengefasst und einfache Verfahren zur Ermittlung des Emissionsgrads beschrieben. Der Einfluss des Zwischenmediums zwischen Messobjekt und Thermometer sowie der Temperatur des Messobjekts auf den geeigneten Wellenlängenbereich für die Messung wird betrachtet. Der Einfluss der Temperatur des Messobjekts, der Messfeldgröße und der Einstellzeit auf die erreichbare Temperaturauflösung wird diskutiert. Die Bedeutung der unterschiedlichen Einflussgrößen wird anhand von Zahlenbeispielen anschaulich gemacht. Für einen konkreten Anwendungsfall wird die Messunsicherheit unter Berücksichtigung der typischen Einflussgrößen exemplarisch ermittelt.

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 can be accessed on the Internet at www.vdi.de/3511.

Introduction

The standards VDI/VDE 3511 Part 4, Part 4.2 and Part 4.4 as well as DIN IEC/TS 62492-2 discuss

- the physical foundations of radiation thermometry,
- define the metrologically relevant technical specifications of radiation thermometers,
- explain their experimental measurement, and
- describe the calibration of radiation thermometers, quoting an uncertainty level.

This standard describes significant factors that affect accuracy and have to be allowed for in practical use of radiation thermometers.

Information is provided on selecting a suitable wavelength range for non-contact temperature measurement, with typical emissivities of important materials in various wavelength ranges summarised in a table and simple methods for obtaining the emissivity described. The effect of the intervening medium between the measured object and the thermometer and of the object's temperature on the suitable wavelength range are considered. The effects of the object's temperature, of measuring field size and of the response time on the achievable temperature resolution are discussed. The significance of the various factors is illustrated with the help of numerical examples. For a concrete application, the measurement uncertainty is calculated as a practical example, taking the typical influencing factors into consideration.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Anwendung von Strahlungsthermometern. Sie nimmt keinen Bezug auf die Anwendung von Infrarot-Ohrthermometern.

1 Scope

This standard applies to the use of radiation thermometers. It does not cover the use of infrared ear thermometers.