

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Anwendung der Thermografie  
zur Diagnose in der Instandhaltung  
Allgemeine Anforderungen sowie Hinweise für  
Entscheidungsträger und Verantwortliche

Application of thermography  
to maintenance diagnostics  
General requirements and information for  
decision makers and managers

VDI 2878  
Blatt 1 / Part 1

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
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	4
<b>2 Begriffe</b> .....	5
<b>3 Grundlagen</b> .....	6
3.1 Instandhaltung .....	6
3.2 Thermografie als Diagnoseverfahren in der Instandhaltung .....	6
3.3 Messtechnik .....	7
3.4 Messprinzip .....	7
3.5 Grenzen der Thermografie .....	8
<b>4 Planung und Organisation</b> .....	8
4.1 Konzept .....	10
4.2 Kosten für den Einsatz thermografischer Messtechnik .....	10
<b>5 Operative Vorgehensweise (Bild 2)</b> .....	15
5.1 Ermittlung und Aufnahme der thermischen Sollwerte .....	15
5.2 Vorbereitung zur Durchführung der Messung .....	16
5.3 Thermografiegeräte .....	17
5.4 Diagnose und Bewertung .....	18
5.5 Ergebnisdokumentation und Bericht .....	18
5.6 Wiederholung von thermografischen Inspektionen – Prüffristen .....	19
Schrifttum .....	20

Contents	Page
Preliminary note .....	2
Introduction .....	2
<b>1 Scope</b> .....	4
<b>2 Terms and definitions</b> .....	5
<b>3 Fundamentals</b> .....	6
3.1 Maintenance .....	6
3.2 Application of thermography in maintenance diagnostics .....	6
3.3 Measurement technology .....	7
3.4 Measurement principle .....	7
3.5 Limitations of thermography .....	8
<b>4 Planning and organizing</b> .....	8
4.1 Concept .....	10
4.2 Costs for the implementation of thermographic measurement methods .....	10
<b>5 Operational procedure (Figure 2)</b> .....	15
5.1 Determining and recording thermal target values .....	15
5.2 Preparing and implementing the measurement .....	16
5.3 Radiation temperature measuring instruments .....	17
5.4 Diagnostics and assessment .....	18
5.5 Documenting and reporting results .....	18
5.6 Repeating thermographic inspections – test intervals .....	19
Bibliography .....	20

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)  
Fachbereich Fabrikplanung und -betrieb

## 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](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

## Einleitung

Der Inhalt dieser Richtlinie zum Einsatz der Thermografie in der Instandhaltung ist entstanden in einer Zusammenarbeit von Fachleuten aus Wissenschaft, Industrie, Versicherungswirtschaft und öffentlichen Körperschaften. Die einzelnen Blätter der Richtlinie beschreiben den Stand der Technik der Thermografie als Diagnoseverfahren in der Instandhaltung bzw. den Stand der Wissenschaft hierzu in der Bundesrepublik Deutschland. Sie dienen als Orientierung für die Durchführung thermografischer Messungen und als Entscheidungshilfe für die Anwendung in verschiedenen Anwendungsfeldern der Instandhaltung.

Unter Thermografie werden hier bildgebende Verfahren zur orts aufgelösten berührungslosen Strahlungstemperaturmessung mit Kamerasystemen verstanden. Im Gegensatz dazu wird beim Einsatz von Strahlungsthermometern (Pyrometern) die mittlere Temperatur eines durch die optische Anordnung festgelegten Messfelds gemessen. Umfassende Ausführungen zu Pyrometern finden sich in der Richtlinien VDI 3511 Blatt 4.x.

Um den unterschiedlichen Anwendungs- und Einsatzfeldern der Thermografie in der industriellen Praxis gerecht zu werden, wird die Richtlinienreihe VDI 2878 in mehrere Blätter mit unterschiedlichen Themengebieten, respektive Detaillierungs- und Spezialisierungsgrade, unterteilt. Die folgenden Themenschwerpunkte werden in einzelnen Blättern behandelt:

**Blatt 1** Allgemeine Anforderungen sowie Hinweise für Entscheidungsträger und Verantwortliche

Blatt 2 Elektroanlagen

Blatt 3 Maschinen und Anlagen

Blatt 4 Gerätetechnik

## 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](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

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

## Introduction

The content of this standard on thermography in maintenance was compiled in cooperation with experts from science, industry, insurance and statutory corporations. The individual parts of this series of standards describe the state-of-the-art of thermography as diagnostic method in maintenance and the current scientific knowledge about it in the Federal Republic of Germany. They serve as a standard for the conduct of thermographic surveys and as decision support for its implementation in different application fields of maintenance

Thermography here means imaging methods for the spatially resolved, contactless measurement of radiation temperature with camera systems. In contrast, when using radiation thermometers (pyrometers), the average temperature of a measuring field defined by the optical arrangement is measured. Comprehensive information on pyrometers can be found in the standards VDI 3511 Part 4.x.

In order to be able to display all the different application/implementation fields of thermography in industry, the series of standards VDI 2878 is split into several parts with different topics and different levels of detail. The individual parts deal with the following main topics:

**Part 1** General requirements as well as information for decision makers and managers

Part 2 Electrical facilities

Part 3 Machinery and equipment

Part 4 Thermographic equipment

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2878](http://www.vdi.de/2878).

In Fertigungs- und Produktionsbereichen von Unternehmen steigen stetig die Anforderungen an eine möglichst störungsfreie Nutzung vorhandener technischer Anlagen und deren Betriebsmittel. Längerfristige Betriebsunterbrechungen, wie sie z.B. durch Fehlfunktionen oder thermische Überlastungen an elektrischen Anlagen entstehen können, stellen ein Worst-Case-Szenario dar. Sie gefährden die Verfügbarkeit von Fertigungs- und Produktionsanlagen und die damit einhergehende Sicherstellung von vertraglich vereinbarten Leistungen (z.B. Lieferung eines Produkts zu einem festgelegten Zeitpunkt in vereinbarter Qualität und Güte).

Betriebsbedingte Ausfälle von Fertigungs- und Produktionsanlagen können folglich aufgrund von Nichterfüllung der vertraglich vereinbarten Leistungen zu Schadensersatzansprüchen von Kunden führen. Mangelhafte oder nicht gelieferte Produkte oder Waren können somit erhebliche Mehraufwendungen verursachen, die im Wesentlichen nicht durch Versicherungsleistungen kompensierbar sind. Hierzu zählen insbesondere finanzielle Einbußen und der Verlust von Kundenbeziehungen und Imageschäden.

Thermografische Inspektionen an technischen Einrichtungen, Anlagen, Systemen und Betriebsmitteln werden von Versicherungen u.a. als Teil der fachgerechten Wartung und Instandhaltung, hauptsächlich unter dem Aspekt der Verfügbarkeit von technischen Anlagen, gesehen. Unzureichend gewartete und instand gehaltene Einrichtungen, Anlagen und Systeme können zu Schäden führen, mit der Folge mittel- und längerfristiger Nichtverfügbarkeiten respektive Betriebsunterbrechungen.

Bedingt durch die seit dem 30. April 2019 in Kraft getretene Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) ist jeder Unternehmer verbindlich gehalten, seine Arbeitsmittel und folglich seine Betriebseinrichtung sach- und fachgerecht zu unterhalten, um Personen- und Sachschäden zu vermeiden. Präzisiert wird die BetrSichV durch die Technischen Regeln zur Betriebssicherheit (TRBS). Veröffentlicht sind die TRBS u.a. auf der Internetseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ([www.baua.de](http://www.baua.de)).

Aufgabe der Instandhaltung ist es, die Verfügbarkeit der Fertigungs- und Produktionsanlagen sicherzustellen und die zur Verfügung stehenden

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/2878](http://www.vdi.de/2878).

In the manufacturing sectors of companies, a trouble-free utilization of the existing technical equipment and their production facilities is becoming ever more important. Long-term operational interruptions caused by, e.g. malfunctions or thermal overload on electrical facilities, are a worst-case scenario. They jeopardize the availability of manufacturing/production facilities and thus the ability to fulfil existing contracts (e.g. the delivery of a product at a predetermined time of agreed quality and standards).

Consequently, operational failure of manufacturing/production facilities can cause compensation claims by customers for contract breaches. Therefore, faulty goods or goods which cannot be delivered can cause considerable additional costs, which cannot be compensated by insurance benefits. These include: financial losses, customer losses, and image losses.

Insurers regard thermographic inspections on technical equipment, facilities, systems and operating materials as part of the professional maintenance and upkeep. They mainly look at them with respect to the availability of technical facilities. Equipment, facilities and systems which are maintained insufficiently can cause damages which then lead to medium- and long-term business interruptions.

According to the Ordinance on Industrial Safety and Health (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) which came into effect on 30 April 2019, it is binding for every business to maintain its work equipment in an appropriate and professional manner in order to avoid any personal or material damage. The BetrSichV is specified in the technical regulations for safety in the work place (Technischen Regeln zur Betriebssicherheit, TRBS). The TRBS are published on the website of the Federal Institute for Occupational Safety and Health ([www.baua.de](http://www.baua.de)).

The purpose of maintenance is to guarantee the availability of manufacturing/production facilities and to use scheduled downtimes for the efficient

geplanten Stillstände für eine effiziente Wartung und Werterhaltung der Betriebsmittel, Anlagen und Systeme zu nutzen. Um letztlich den zunehmenden komplexen Anforderungen der Instandhaltung gerecht zu werden, ist es erforderlich, dass das Instandhaltungspersonal in die Lage versetzt wird, Abweichungen vom Sollzustand frühzeitig zu erkennen. Hierzu eignen sich unterschiedliche Messverfahren, zu deren Durchführung verschiedene Messmittel bereitzustellen sind.

Ein wesentlicher Indikator zur Bewertung von Zustand, Funktion und Lebensdauer von technischen Systemen ist die Oberflächentemperatur. Ein Verfahren zur Erfassung der Oberflächentemperatur ist die Infrarot-Thermografie.

Die Infrarot-Thermografie stellt ein Messverfahren zur berührungslosen und bildhaften Darstellung von Oberflächentemperaturen dar, mit deren Hilfe Beanspruchungen an Betriebsmitteln, Anlagen und Systemen sichtbar gemacht werden können. Anhand der gewonnenen Messergebnisse lassen sich Maßnahmen ableiten, um den Sollzustand eines technischen Systems wiederherzustellen.

Mit modernen Thermografiesystemen ist es sehr einfach, thermografische Aufnahmen zu erzeugen, Thermogramme darzustellen und zu speichern. Entscheidende Voraussetzung für den Einsatz dieser Messtechnik sowie der Interpretation der gewonnenen Messergebnisse sind umfassende Kenntnisse über den Aufbau und die notwendigen funktionalen Zusammenhänge der zu messenden Objekte. Kenntnisse geltender Normen und Richtlinien sowie grundlegende Kenntnisse der Strahlungsphysik und Thermodynamik sind ebenfalls erforderlich.

Im Folgenden werden die notwendigen Grundlagen, Prinzipien und Vorgehensweisen näher beschrieben, um Entscheidungsträgern sowie Instandhaltungspersonal eine Hilfestellung zum Einsatz thermografischer Messverfahren in der Instandhaltung respektive Anlagendiagnose zu geben.

## 1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie dient als Leitfaden für Unternehmen, um Thermografie als Messtechnik in der Instandhaltung zielgerichtet als Standardmessverfahren einzusetzen.

Die Richtlinienreihe VDI 2878 richten sich an:

- Verantwortliche und Entscheider in Unternehmen, die für die Planung und Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen zuständig sind
- Instandhaltungspersonal
- Dienstleister für Infrarotmesstechnik

upkeep and the conservation of value of the production facilities. In order to meet the increasingly complex requirements of maintenance, it is necessary to improve the maintenance staff's ability to recognize deviations from normal conditions early. For this purpose, there are different suitable measurement methods which require different measuring devices.

The surface temperature is an essential indicator for the evaluation of the state, function and durability of technical systems. Infrared thermography is one method to measure the surface temperature.

Infrared thermography is a measurement method to show surface temperatures in a noncontact, graphic way. It helps to display mechanical stresses in manufacturing plants, facilities and systems. Based on the measurement results, it is possible to derive methods to restore the target state of a technical system.

Modern thermography makes it very easy to generate thermal images and thermograms and store them. In order to be able to use this measurement method and interpret its results, it is necessary to have comprehensive knowledge about the structure and the necessary functional connections between the objects which are to be measured. The knowledge of relevant standards and standards as well as fundamental knowledge about radiophysics and thermodynamics is essential, too.

In the following, the necessary basics, principles and procedures are described in greater detail in order to provide support for decision makers and maintenance staff when it comes to applying thermographic measurement methods in maintenance or facility diagnostics.

## 1 Scope

This standard is intended to support companies on how to efficiently use thermography as the standard measurement method in maintenance.

The series of standards VDI 2878 is intended for:

- managers and decision makers in companies, who are responsible for planning and implementing maintenance measures
- maintenance technicians
- service providers for infrared surveys

- Hersteller und Betreiber von technischen Anlagen und Systemen
- Brandschutzverantwortliche und Sicherheitsverantwortliche sowie deren nachgeordneten Beauftragten
- Sachverständige
- Versicherer, Feuerversicherer und Maschinenversicherer

Die einzelnen Blätter der Richtlinienreihe sollen Hinweise und Hilfestellungen für thermografische Anwendungen sowie deren Durchführung zu unterschiedlichen Aufgabenstellungen geben. Sie entbindet die auftraggebende Stelle als auch den durchführenden Thermografen nicht, sich mit der Messaufgabe im Einzelnen auseinanderzusetzen und die für die Messaufgabe erforderlichen und geeigneten Messmittel einzusetzen sowie gegebenenfalls weitere Maßnahmen vorzunehmen, um ein sinnvoll und qualifiziert verwertbares Ergebnis zu erhalten.

Die Richtlinienreihe VDI 2878 deckt nicht jeden möglichen Einzelfall thermografischer Messaufgaben ab.

Thermografie kann innerhalb der Instandhaltung, im Rahmen intermittierend durchgeführter Messungen, als Inspektionsmaßnahme einer zustandsorientierten Instandhaltungsstrategie sowie als Beitrag zur Planung und Entscheidung von Instandsetzungsmaßnahmen genutzt werden.

Sie stellt letztlich ein Hilfsmittel dar, um den thermischen Zustand von Oberflächen an technischen Systemen zu dokumentieren, zu bewerten und Abweichungen vom Sollzustand zu protokollieren. Sie kann aber auch eingesetzt werden, um Schwach- und Gefahrenstellen im Rahmen von Inbetriebnahmen und Abnahmen von Neuanlagen zu erkennen.

- manufacturers and operators of technical facilities and systems
- fire safety engineers and security specialists and their subordinate representatives
- experts
- insurers of property insurers

The individual parts of this series of standards are intended to provide guidance and help with respect to thermographic applications and their implementations in order to complete different tasks. However, both, the contracting authority and the thermographer, still have to go into greater detail about the measurement specifications. Furthermore, they have to use appropriate measuring equipment and – if necessary – take additional steps in order to obtain reasonable results of proper quality.

The series of standards VDI 2878 does not cover every possible measurement case.

Thermography can be used as routine maintenance procedure. It can also be used as means of inspection to develop a maintenance strategy and as guidance when it comes to planning and deciding which maintenance method should be used.

It serves as additional aid to document and evaluate the thermal state of the surfaces of technical systems and to record deviations from the target state. However, it can also be used to detect weak points and possible hazardous spots during the commissioning and acceptance and approval of new facilities.