

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Anwendung der Thermografie  
zur Diagnose in der Instandhaltung  
Maschinen- und Anlagentechnik

VDI 2878

Blatt 3 / Part 3

Application of thermography  
to maintenance diagnostics  
Machine and plant technology

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 . . . . .	2	Preliminary note . . . . .	2
Einleitung . . . . .	2	Introduction . . . . .	2
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>3</b>	<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>2 Wärmetechnische Grundlagen – Fehlerbegriff und grundsätzliche Vorgehensweise . . . . .</b>	<b>3</b>	<b>2 Thermal principles – Errors and basic approaches . . . . .</b>	<b>3</b>
2.1 Voraussetzungen für Fehlerfrüherkennung durch Thermografie . . . . .	4	2.1 Prerequisites for early error detection by means of thermography. . . . .	4
2.2 Messung von Temperaturen an technischen Oberflächen von Maschinen und Apparaten durch Thermografie . . . . .	4	2.2 Temperature measurement on technical surfaces of machines and apparatus by means of thermography. . . . .	4
<b>3 Thermografie an technischen Oberflächen bei Aufgabenstellungen mit Wärmedurchgang . . . . .</b>	<b>6</b>	<b>3 Thermography on technical surfaces for tasks with heat transmission . . . . .</b>	<b>6</b>
3.1 Prinzipbild – Thermografie bei Wärmestrom durch Wand mit Wärmeübergang . . . . .	7	3.1 Schematic illustration – Thermography in heat flows through walls with heat transfer . . . . .	7
3.2 Energieverluste bei Wärmedämmung . . . . .	8	3.2 Energy losses in thermal insulations . . . . .	8
3.3 Energieverluste und Fehler bei Kälte­dämmung . . . . .	10	3.3 Energy losses and errors in cold insulations . . . . .	10
3.4 Erkennen von Innenbelägen und Verkrustungen . . . . .	13	3.4 Detection of inner layers and incrustations . . . . .	13
3.5 Erkennen von Materialabtrag und Defekten einzelner Schichten des Wandaufbaus . . . . .	14	3.5 Detecting material removal and defects on individual layers of the wall construction . . . . .	14
<b>4 Thermografie an Maschinenbauteilen und Maschinenelementen . . . . .</b>	<b>17</b>	<b>4 Thermography on machine components and machine elements . . . . .</b>	<b>17</b>
4.1 Energieverluste durch erhöhte Reibung . . . . .	17	4.1 Energy losses caused by increased friction. . . . .	17
4.2 Energieverluste und Fehler durch Gebrauch außerhalb des spezifizierten Bereichs . . . . .	23	4.2 Power losses and errors caused by use outside the specified area. . . . .	23
4.3 Überhitzung durch behinderte Wärmeabfuhr . . . . .	25	4.3 Overheating caused by hampered heat removal . . . . .	25

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)

Fachbereich Fabrikplanung und -betrieb

	Seite		Page
<b>5 Thermografie zur Leckageortung . . . . .</b>	<b>26</b>	<b>5 Thermography to locate leakages . . . . .</b>	<b>26</b>
<b>6 Thermografie zur Füllstandsermittlung bei Behältern . . . . .</b>	<b>30</b>	<b>6 Thermography to determine the fill level in tanks . . . . .</b>	<b>30</b>
<b>7 Thermografie zur Fehlererkennung an wärmetechnischen Apparaten, Armaturen und Regeleinrichtungen . . . . .</b>	<b>32</b>	<b>7 Thermography to detect errors on thermal apparatus, valves and regulating devices . . . . .</b>	<b>32</b>
7.1 Fehlererkennung durch Verfolgung von Medientemperaturen . . . . .	32	7.1 Error detection by monitoring media temperatures . . . . .	32
7.2 Erkennen von Fehlfunktionen in der thermodynamischen Arbeitsweise . . . . .	32	7.2 Detection of malfunctions in the thermodynamic operation . . . . .	32
<b>8 Thermografische Messungen an Einrichtungen mit Anforderungen des Explosionsschutzes . . . . .</b>	<b>36</b>	<b>8 Thermographic measurements on installations with explosion protection requirements . . . . .</b>	<b>36</b>
<b>Anhang</b> Diagramme für zu erwartende Überhö- hungen der Außenwandtemperatur gegenüber Umgebungstemperatur bei erzwungener Strömung in Rohren mit äußerem Wärmeübergang durch freie Konvektion. . . . .	37	<b>Annex</b> Charts showing expected excessive exterior wall temperatures in comparison to the ambient temperature during forced flows within pipes with exterior heat transfer via free convection. . . . .	37
Schrifttum . . . . .	40	Bibliography . . . . .	40

**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**

In der Richtlinienreihe „Thermografie in der Instandhaltung“ werden Verfahren, Methoden und Vorgehensweisen zu Fehlersuche, Schadensfrüh- und Zustandserkennung an technischen Einrichtungen der Ver-/Entsorgungstechnik, Maschinenbau, Elektrotechnik und Anlagentechnik unter Zuhilfenahme thermografischer Messmethoden beschrieben.

Begrifflich reiht sich die Vorgehensweise entsprechend DIN 31051 in Inspektion ein, darüber hinaus

**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 series of standards “Thermography in maintenance” describes procedures, methods and approaches for error detection, early error detection and status detection on technical facilities of supply engineering, disposal technology, mechanical engineering, electrical engineering and plant technology by means of thermographic measurement methods.

The terminology of this standard can be compared to DIN 31051 (inspection) and to DIN EN 13306

entsprechend DIN EN 13306 in die Instandhaltungsstrategien „Zustandsorientierte Instandhaltung“ und „Voraussagende Instandhaltung“.

Nach Erläuterung der physikalischen Grundlagen der Thermografie werden Methoden und Vorgehensweisen zur Nutzung von Oberflächentemperaturmessungen für die Zustandsbeurteilung technischer Funktionseinheiten gegeben.

Angeführte Beispiele sollen dem Instandhaltungsfachpersonal die Interpretation der Messergebnisse erleichtern.

Die Richtlinienreihe „Thermografie in der Instandhaltung“ ersetzt keine Fachbücher und Beratungen durch spezialisierte Institute und Unternehmen.

Über die Ausführungen der Grundlagen in Blatt 1 hinausgehend werden Hinweise für die praktische Instandhaltungsanwendung in verschiedenen Anwendungsbereichen gegeben in:

Blatt 2 Thermografie in der Elektrotechnik

**Blatt 3** Thermografie an Anlagen und Maschinen

Blatt 4 Gerätetechnik

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2878](http://www.vdi.de/2878).

## 1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie VDI 2878 Blatt 3 gibt Hinweise auf die Anwendung der Thermografie bei Maschinen und Anlagen. Sie ist anwendbar für die Fehlersuche in der Anlagen- sowie Maschinentechnik. Es wird aufgezeigt, welche typischen Fehler oder sich anbahnende Schäden durch Thermografie erkennbar sind und wo die Anwendungsgrenzen liegen und andere Fehlerdiagnosemethoden einzusetzen sind.

(maintenance strategies “Condition-based maintenance” and “Predictive maintenance”).

After explaining the physical principles of thermography, methods and approaches on how to use surface temperature measurements for the condition assessment of technical functional units will be given.

Given examples should help the qualified maintenance personnel to facilitate the interpretation of the measurement results.

The series of standards “Thermography in maintenance” does not replace any specialist books or any advice from specialised institutes and companies.

In addition to the principles in Part 1, the following parts provide guidance for the practical maintenance application in different application fields:

Part 2 Thermography in electrical engineering

**Part 3** Thermography on plants and machines

Part 4 Equipment technology

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/2878](http://www.vdi.de/2878).

## 1 Scope

The standard VDI 2878 Part 3 provides guidance with respect to the application of thermography on machines and plants. It can be used for error detection in plant and machine technology. It shows frequent errors or potential damages that can be detected by thermography and it shows application limitations and advises when to use different error diagnosis methods.