

WELCHE IST DIE RICHTIGE?

IHR RATGEBER FÜR DIE RICHTIGE
INFRAROTKAMERA



VATH

BUNDESVERBAND FÜR
ANGEWANDTE THERMOGRAFIE E.V.



VORWORT

Wärmebildkameras werden im Anschaffungspreis immer attraktiver, und ein ständig wachsender Personenkreis möchte diese faszinierende Technik für sich nutzbringend einsetzen.

Im Gegensatz zu Lichtbildkameras gibt es bei der Auswahl von Infrarotkameras entsprechend des Einsatzgebietes viel mehr Parameter zu beachten, welche letztendlich darüber entscheiden, ob eine Aufgabe mit einer Infrarotkamera optisch dargestellt bzw. gelöst werden kann.

Diese Broschüre bringt dem interessierten Anwender die wichtigsten Thermografieparameter näher und bietet anhand häufiger Aufgabenstellungen eine Entscheidungshilfe für eine Kameraauswahl.

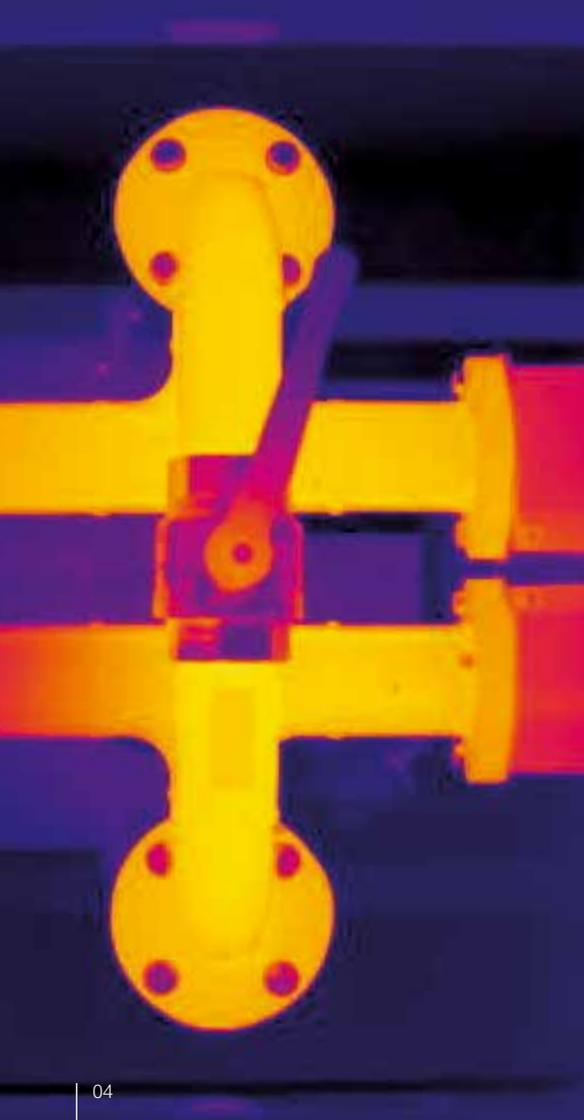
Diese Empfehlungen sind mit einer Vielzahl von technischen Regelwerken/Richtlinien wie denen des VATH, aber auch mit Regelwerken von Partnerverbänden und von wichtigen Institutionen in Deutschland abgestimmt.

An dieser Stelle möchte sich der VATH bei den vielen Partnern und Institutionen für die gute Zusammenarbeit und das entgegengebrachte Vertrauen bedanken.

Dipl.- Ing. (FH) Hermann Kaubitzsch

Vorsitzender

Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V. - VATH



INHALT

Vorwort.....	02 - 03
Inhalt.....	04 - 05
Kaufentscheidung: Auf was kommt es an?.....	06 - 07
Kameraklassifizierung.....	08 - 09
Anwendungsfelder	
Bauthermografie.....	10 - 13
Elektrothermografie.....	14 - 15
Industriethermografie.....	16 - 19
VATH – Das Know-how-Netzwerk für Thermografen.....	20 - 21
Ausbildung: VATH-Messtechniker.....	22 - 23
Ausbildung: VATH-Sachverständiger.....	24 - 25
Kleines Thermografie-Lexikon.....	26 - 29
VATH-Mitglied werden.....	30 - 31

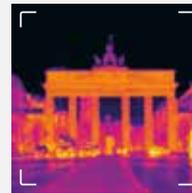
AUF WAS KOMMT ES AN?



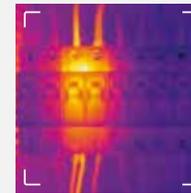
Das Herzstück einer IR-Kamera stellt der Detektor dar. Er setzt sich aus einem Feld (Array) von Einzeldetektoren (Pixel) zusammen. Die Qualität des Detektors wird bestimmt von:

- **der thermischen Auflösung**
- **der geometrischen Auflösung**
- **der zeitlichen Auflösung**

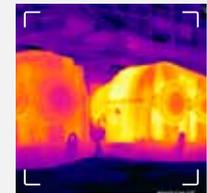
Ein weiteres **Qualitätsmerkmal** einer IR-Kamera stellt **die Güte der Optiken** dar. Sie gehen in die geometrische Auflösung ein. Da im Gegensatz zur Fotografie aus einem Strahlungswert die physikalische Größe „Temperatur“ generiert werden soll, müssen aufgabenabhängig Wechseloptiken mit Festbrennweiten benutzt werden. Schlussendlich spielt die bereitgestellte Auswertesoftware für die Auswertung und Berichterstellung eine sehr wichtige Rolle. Hierbei muss bereits die Basis-Software ein nachträgliches parametrieren abgespeicherter Infrarotaufnahmen zulassen!



Bauthermografie



Elektrothermografie



Industriethermografie

KAMERAKLASSIFIZIERUNG



Nachfolgende Tabellen zu den wichtigsten Kamera-Parametern erleichtern Ihnen die Kaufentscheidung:



Spezifikation	Begriff im Produktblatt	Optimal	Auf dem Markt erhältlich	Bemerkung
Detektorformat (1)	FPA, Pixel X Pixel-Anzahl	Je größer umso besser	von 80 X 60 bis 1280 X 1024	
Thermische Auflösung (2)	NETD in mK (Millikelvin)	Je kleiner umso besser	von 150mK bis 15mK	
Geometrische Auflösung (3)	IFOV in mrad (Millirad)	Je kleiner umso besser	Von 8mrad bis 0.15mrad	Variiert mit verwendeter Optik!
Zeitliche Auflösung (4)	Bildwiederholrate bzw. Bildfrequenz in Hz (Herz)	Je größer umso besser	Von 9Hz bis kHz-Bereich	
Güte der Optik (3)				Geht in das IFOV (3) ein
Wechseloptiken (5)	Optionale Zusatz-Optiken	Alle verfügbaren Optiken	Von extrem Weitwinkel über close-up(Makro) bis extrem Tele	

ANWENDUNG

BAUTHERMOGRAFIE 1



Messaufgabe	Spezifikationen der IR-Kamera	Wichtigkeit der IR-Kamerafähigkeit
Qualitative Betrachtung von Wärmeenergieverlusten (Außenthermografie)	Detektorformat (1)	Sehr wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Wichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
	Wechseloptiken (5)	Unwichtig
Quantitative Beurteilung von Wärmebrücken (Innenthermografie)	Detektorformat (1)	Wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Unwichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
	Wechseloptiken (5)	Unwichtig
Ortung von undichten Warmwasser führenden Leitungen innerhalb von Gebäuden	Detektorformat (1)	Wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Unwichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
	Wechseloptiken (5)	Unwichtig

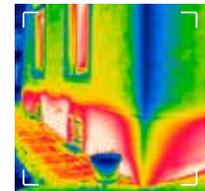
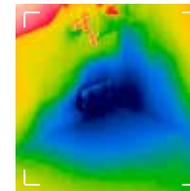
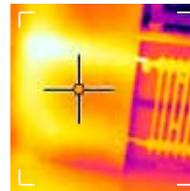


ANWENDUNG

BAUTHERMOGRAFIE 2



Messaufgabe	Spezifikationen der IR-Kamera	Wichtigkeit der IR-Kamerafähigkeit
Ortung von undichten Warmwasser führenden Leitungen außerhalb von Gebäuden	Detektorformat (1)	Wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Sehr wichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
	Wechseloptiken (5)	Wichtig
Ortung von Luftleckagen bei Blowerdoor-Tests	Detektorformat (1)	Sehr wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Sehr wichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
	Wechseloptiken (5)	Wichtig
Softwareanforderungen	Abspeicherung radiometrischer Dateien; uneingeschränkte Nachparametrierung dieser Dateien; Messwerkzeuge, mit denen Temperaturverläufe und Temperaturgradienten herausgearbeitet werden können wie z. B. frei positionierbare Linie (Temperaturprofil), Isothermenfunktion etc.; Fähigkeit zur effizienten Berichterstellung	



ANWENDUNG ELEKTROTHERMOGRAFIE



Messaufgabe	Spezifikationen der IR-Kamera	Wichtigkeit der IR-Kamerafähigkeit
Messung von Niederspannungsanlagen	Detektorformat (1)	Sehr wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Sehr wichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
	Wechseloptiken (5)	Wichtig
Messung von Hochspannungsanlagen	Detektorformat (1)	Sehr wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Sehr wichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
	Wechseloptiken (5)	Sehr wichtig
Messung von Solar(PV)-Generatoren	Detektorformat (1)	Wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Sehr wichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
	Wechseloptiken (5)	Sehr wichtig
Softwareanforderungen	Abspeicherung radiometrischer Dateien; uneingeschränkte Nachparametrierung dieser Dateien; Messwerkzeuge, mit denen Temperaturverläufe und Temperaturgradienten herausgearbeitet werden können wie z. B. frei positionierbare Linie (Temperaturprofil), Isothermenfunktion etc.; Ausweisung mehrerer Delta-T's; individuelle Zuweisung von Epsilon und T(refl.) für jeden Messpunkt (Spot); Fähigkeit zur effizienten Berichterstellung	



Messaufgabe	Spezifikationen der IR-Kamera	Wichtigkeit der IR-Kamerafähigkeit
Maschinendiagnostik	Detektorformat (1)	Wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Wichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Wichtig
	Wechseloptiken (5)	Wichtig
Gasdetektion	Detektorformat (1)	Wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Wichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Sehr wichtig
	Wechseloptiken (5)	Unwichtig
Technische Isolierung	Detektorformat (1)	Wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Unwichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
	Wechseloptiken (5)	Wichtig
Softwareanforderungen	Abspeicherung radiometrischer Dateien; uneingeschränkte Nachparametrierung dieser Dateien; Messwerkzeuge, mit denen Temperaturverläufe und Temperaturgradienten herausgearbeitet werden können wie z. B. frei positionierbare Linie (Temperaturprofil), Isothermenfunktion etc.; Ausweisung mehrerer Delta-T's, individuelle Zuweisung von Epsilon und T(refl.) für jeden Messpunkt (Spot); Fähigkeit zur effizienten Berichterstellung	



Messaufgabe	Spezifikationen der IR-Kamera	Wichtigkeit der IR-Kamerafähigkeit
Prozesstechnik	Detektorformat (1)	Wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Wichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Wichtig
	Wechseloptiken (5)	Unwichtig
Automatisierung	Detektorformat (1)	Wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Wichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Sehr wichtig
	Wechseloptiken (5)	Unwichtig
Materialprüfung	Detektorformat (1)	Wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Sehr wichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Sehr wichtig
	Wechseloptiken (5)	Unwichtig
Softwareanforderungen	Individuelle Zuweisung von Epsilon (€) und T(refl.) für jeden Messpunkt (Spot); Fähigkeit zur Aufnahme von Bildsequenzen mit Überführung von Messwerten in andere Programme, z. B. Excel; frei dimensionierbares Subwindowing; Differenzbildmodus; frei wählbare Integrationszeiten; Videofähig- & Bearbeitbarkeit insbesondere bei Gasdetektion.	

VATH – DAS KNOW-HOW-NETZWERK FÜR THERMOGRAFEN

Der Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V. (VATH) ist mit ca. 300 Mitgliedern der größte Thermografenverband im deutschsprachigen Raum. Durch die Mitgliedschaft von erfahrenen Anwendern als Dienstleister, Hochschulen, Instituten, Universitäten, Infrarot-Geräteherstellern, Vertretern der Bauwirtschaft und Industrie verfügt der Verband über den umfangreichsten Erfahrungsschatz auf dem Gebiet der Infrarotthermografie.

Der VATH verfolgt das Ziel, die Thermografie, ihre Anwendung und Weiterentwicklung zu fördern, neue Anwendungsgebiete zu erschließen und die Mitarbeit und Interessenvertretung in Gremien und Normenausschüssen zu forcieren.

Der VATH versteht sich als Forum für Erfahrungs- und Informationsaustausch. Es werden jährlich Fachtagungen durchgeführt, bei denen nationale und internationale Kontakte gepflegt werden. Verbandsinterne Schulungs- und externe Zertifizierungsmaßnahmen dienen zur beruflichen Fortbildung der Mitglieder.



KONTAKT

Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V.

Am Herrenwäldchen 4

D - 90482 Nürnberg

Tel.: +49 (0) 2 01 / 87 77 63 36

E-Mail: post@vath.de

Internet: www.vath.de



FORTBILDUNG DURCH DEN VATH: **VATH-MESSTECHNIKER**



Die Ausbildung soll dem VATH-Messtechniker die Erstellung professioneller Thermogramme im Rahmen vorhandener Verfahrensanweisungen und Richtlinien (z.B. VATH-Richtlinien) ermöglichen.

Ausbildungsinhalte:

- Grundlagen der Thermografie
- Praktische Anwendung
- Auswertung
- Kameratechnik
- Praktische Übung
- u.v.m.

Die Zertifizierung in der Stufe 1 nach ISO 9712 in der passiven Thermografie erfüllt die obigen Anforderungen. Genannte Ausbildungsinhalte können in einem einzigen 3-Tages-Kurs mit anschließender Prüfung oder auch verteilt über mehrere Kurse erlernt werden.

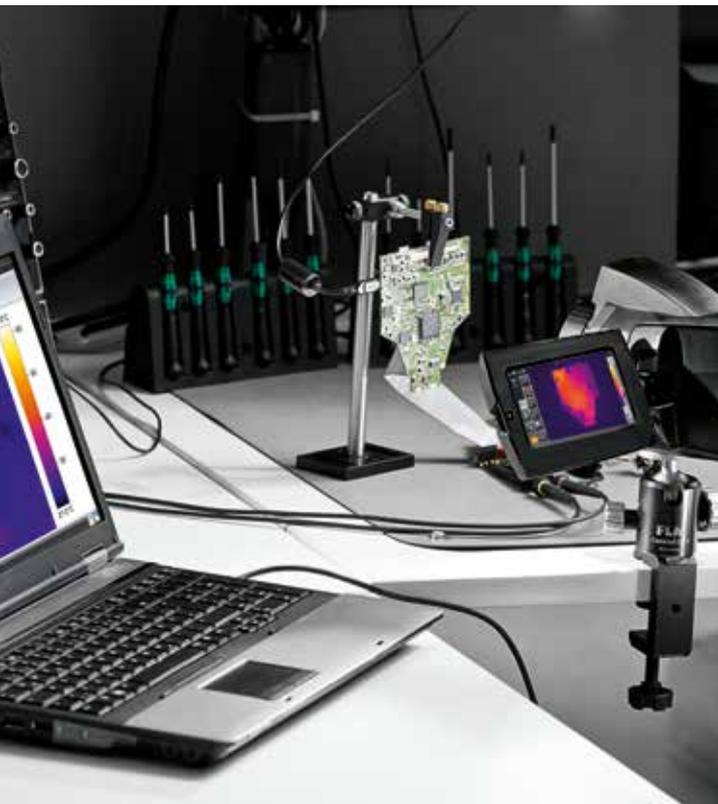
Die Ausbildung muss von Thermografen mindestens mit der Qualifikation eines Stufe-2-Thermografen nach ISO 9712 oder einem VATH Sachverständigen durchgeführt werden.

Nähere Informationen und Beratung:

WWW.VATH.DE



FORTBILDUNG DURCH DEN VATH: VATH-SACHVERSTÄNDIGER



Der VATH-Sachverständige beantwortet gutachterliche Fragestellungen unter Berücksichtigung zielführender Untersuchungskonzepte. Er interpretiert Messergebnisse aufgrund seiner besonderen Sachkunde im Bereich der Bau- und Elektrotechnik sowie in allen Anwendungsbereichen der Industrie.

Das Gutachten des Sachverständigen geht dabei über den klassischen Messbericht hinaus. Es beschreibt nachvollziehbar und für Dritte verständlich die Aufgabenstellung, Auswahl der Messmethodik, Vorbereitung und Durchführung der Messung sowie die Bewertung und Schlussfolgerung aus dem Messergebnis.

Ausbildungsinhalte:

- ameratechnik
- Erweiterte Thermografie-Techniken
- Erstellung von Gutachten/Normung
- Besonderheiten bei Gerichtsaufträgen
- Juristische Grundlagen
- Verhalten des SV/Abrechnung
- u.v.m.

Nähere Informationen und Beratung:

WWW.VATH.DE





A

Absolute Luftfeuchte

Massebezogener Anteil des Wasserdampfs im Gasgemisch Luft, gemessen in g Wasser pro Kubikmeter Luft.

Aktiv / Passiv

Aktiv = mit externer Anregungsquelle (z.B. Baustoffprüfung).

Passiv = ohne externe Anregungsquelle (z.B. klassische Wärmebrückenthermografie).

B

Bildfrequenz

(Bildwiederholzahl, Framerate) ist die Anzahl der Einzelbilder pro Sekunde, welche die Infrarotkamera erfassen und weiterverarbeiten kann.

D

Detektor

Erfasst elektromagnetische Strahlung und erzeugt ein elektrisches Signal, welches die Grundlage der Temperaturberechnung ist. Typische Detektorarten sind Mikrobolometer oder Quantendetektoren.

Differenzdruckverfahren

Messmethode zur Überprüfung der Luftdurchlässigkeit der wärmeübertragenden Umfassungsfläche eines Gebäudes oder Gebäudeteils.

Diffusion

Konzentrationsausgleich zweier oder mehrerer Flüssigkeiten oder Gase, welcher ohne äußere Einflüsse stattfindet.

E

Emissionsgrad (ε)

Anteil der abgegebenen Strahlung eines Körpers im Vergleich zu einem idealen Körper (Schwarzer Körper: Emissionsgrad = 100 %).

G

Geometrische Auflösung (IFOV)

Maß für die kleinstmöglich aufzulösende Messfläche durch das Messsystem [auch als IFOV (Instantaneous Field Of View) bezeichnet].

K

Kameraschnittstellen

Möglichkeiten zum Datenaustausch zwischen der Infrarotkamera und einem anderen Computersystem (z.B. USB oder Ethernet).

Konvektion

Wärmeübertragungsmechanismus durch strömungsgebundenen Energietransport in Fluiden und Gasen.

L

Leckage

Volumenstrom eines Mediums, der eine Leckstelle (Luftdichtheitsebene, Rohrleitung etc.) durchdringt.

Leckeintritts-/austrittsstelle

Position in der wärmeübertragenden Umfassungsfläche, durch welche Luft in die Luftdichtheitsebene ein-/austritt.

Luftdichtheitsebene

Ebene in der wärmeübertragenen Umfassungsfläche mit der Aufgabe der Trennung der Raumluft von der Baukonstruktion (z.B. der Dämmebene).

M

Messparameter (Objektparameter)

Parameter, welche zur kamerainternen Berechnung von Strahlungswerten in Temperaturwerte benötigt werden und vom Anwender in der Kamera eingestellt werden müssen (z.B. Emissionsgrad).

Mindestwärmeschutz

Mindestanforderung an den Wärmeschutz der wärmeübertragenden Umfassungsfläche zur Sicherstellung eines hygienischen Raumklimas.

Q

Qualitative Messung

Bewertung der Temperaturdifferenzen innerhalb eines Thermogramms unabhängig von Absoluttemperaturen.

Quantitative Messung

Bestimmung von Oberflächentemperaturen in einem Thermogramm.

Quasistationärer Zustand

Zustand eines Objekts, der sich im Messzeitpunkt einstellt, wenn die auf das Objekt einwirkenden, zeitlich veränderlichen Einflussgrößen, im der Messung vorangegangenen Zeitraum, praktisch einem stationären Zustand nahe kommen.



R

Reflexionsgrad

Anteil der reflektierten Strahlung eines Körpers an der „scheinbar“ abgegebenen Strahlung eines Körpers.

Relative Luftfeuchte

Verhältnis des vorhandenen Wasserdampfs im Vergleich zum maximal aufnehmbaren Wasserdampf der Luft (temperaturabhängig).

S

Spezifische Wärmekapazität

Erforderliche Energie, die notwendig ist, um einen Stoff mit der Masse 1 Kilogramm um die Temperatur 1 Kelvin zu erhöhen.

T

Taupunkt

Temperatur, die unterschritten werden muss, damit Kondensat entsteht (Erreichen des Sättigungsdampfdrucks).

Temperatur-Messbereich

Definiert die vom Kamerahersteller vorgegebene minimale und maximale Grenze. Innerhalb dieser Grenzen kann die Temperatur mit einer vorgegebenen Temperatur-Messgenauigkeit gemessen werden.

Temperatur-Messgenauigkeit

Definiert die vom Kamerahersteller ausgewiesene maximale Abweichung der gemessenen Temperatur von einem Objekt zu der wahren Oberflächen-temperatur von dem Objekt.

Thermografie

Messung und bildliche Darstellung der temperaturabhängigen Wärmestrahlung eines Körpers.

Thermische Auflösung (NETD)

Definiert die vom Kamerahersteller ausgewiesene kleinste Temperaturspanne, welche die Infrarotkamera erfassen kann. Im Gegensatz zur Temperatur-Messgenauigkeit können Infrarotkameras Temperaturspannen von wenigen Millikelvin erfassen.

Transmissionsgrad

Grad der Durchlässigkeit eines Mediums für elektromagnetische Strahlung (hier Wärmestrahlung) in z.B. Luft, Atmosphäre oder Kunststoffen.

V

Verdunstungswärme

Erforderliche Energiemenge, um eine Flüssigkeit in ein Gas umzuwandeln (Änderung des Aggregatzustandes).

W

Wärmebrücke

Lokal abgegrenzter Bereich in der wärmeübertragenden Gebäudehülle, in dem bei gleichen Umgebungsbedingungen ein abweichender Wärmestrom vorhanden ist.

Wärmedurchgangskoeffizient

Koeffizient des Wärmedurchgangswiderstandes (U-Wert).

Wärmedurchgangswiderstand

Wärmedurchlasswiderstand plus Wärmeübergangswiderstand innen und außen.

Wärmedurchlasswiderstand

Widerstand, den ein homogenes Bauteil oder eine homogene Bauteilschicht dem Wärmestrom bei einer Temperaturdifferenz von 1 Kelvin auf einer Fläche von 1 m² zwischen seinen Oberflächen entgegengesetzt.

Wärmeleitung

Wärmeübertragungsmechanismus innerhalb eines Körpers oder durch direkten Kontakt zweier/mehrerer Körper oder Fluiden.

Wärmestrahlung

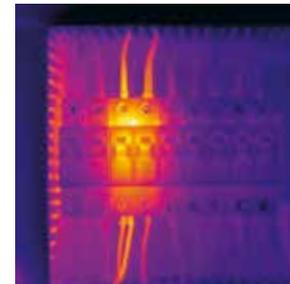
Wärmeübertragungsmechanismus durch elektromagnetische Eigenstrahlung.

Wärmestrom

Quantitative physikalische Größe zur Beschreibung der Wärmeübertragungsmechanismen (übertragene Wärmemenge je Zeiteinheit).

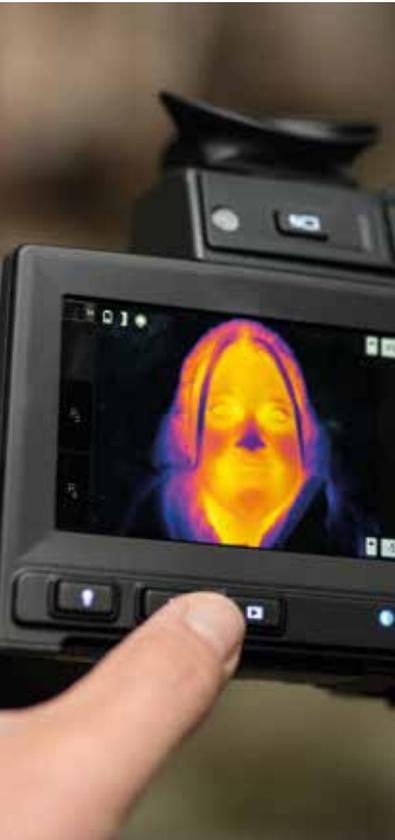
Wärmeübergangswiderstand

Widerstand, den eine Grenzschicht bzw. Oberfläche dem Wärmestrom eines Körpers an einem angrenzenden Medium (z.B. Luft) entgegengesetzt.



WIR SEHEN MEHR...

VATH-MITGLIED WERDEN



Die Mitglieder des VATH beschäftigen sich in der Regel mit praxisnahen Anwendungen der Thermografie und sind als Dienstleister in Ingenieurbüros tätig. Andere Mitglieder gehen ihrer Beschäftigung in Hochschulen, Universitäten, Instituten, in der Industrie, Bauwirtschaft sowie im Handwerk nach. Mitglied kann jede natürliche oder juristische Person werden.

Sind Sie an einer Verbandsmitgliedschaft interessiert? Dann kontaktieren Sie bitte die Geschäftsstelle des VATH:

info@vath.de

Vorteile einer Verbandsmitgliedschaft:

- Vorstellung der Dienstleistung Thermografie nach außen
- Gewährleistung einer hohen Qualität der Dienstleistungen durch Schulungen und Zertifizierungen
- Bekanntmachung der Mitglieder als Dienstleister in ihrem jeweiligen Regionalbereich
- Erfahrungsaustausch durch regelmäßige Treffen
- Schulung der Mitglieder durch Fachvorträge
- Kundenwerbung für die VATH Mitglieder durch Messeauftritte und Fachartikel
- Günstige Einkaufsbedingungen durch Sammelbestellungen (z.B. techn. Geräte)
- Kostenlose Nutzung der Gerätebörse
- Kostenlose Teilnahme an den VATH-Symposien mit Fachvorträgen
- Reduzierte Kostensätze für Schulungen und Zertifizierungen
- Kostenlose Zusendung der Fachzeitschrift „Instandhaltung“
- Kostenlose Aufnahme in die VATH Mitgliederliste mit Präsentation im Internet



**Bundesverband für
Angewandte Thermografie e.V**

Am Herrenwäldchen 4

D - 90482 Nürnberg

Tel.: +49 (0) 2 01 / 87 77 63 36

E-Mail: post@vath.de

Internet: www.vath.de

VATH

**BUNDESVERBAND FÜR
ANGEWANDTE THERMOGRAFIE E.V.**