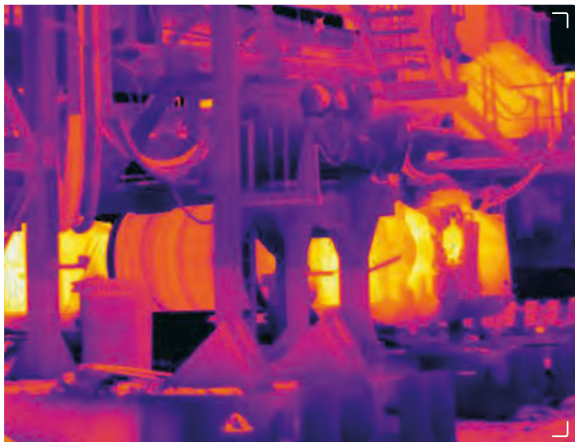


WELCHE IST DIE RICHTIGE?

IHR RATGEBER FÜR DIE RICHTIGE
INFRAROTKAMERA







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, wie Richtlinien und Normen in Deutschland, Österreich und der Schweiz abgestimmt.

Der in der nunmehr 5. Auflage vorliegende Ratgeber wurde in Zusammenarbeit zwischen dem VATH (Deutschland), der ÖGfTh (Österreich) und dem theCH (Schweiz) überarbeitet.

Ein herzliches Dankeschön geht an alle Beteiligten.

M.Eng. M.Sc. Benjamin Standecker

Vorsitzender

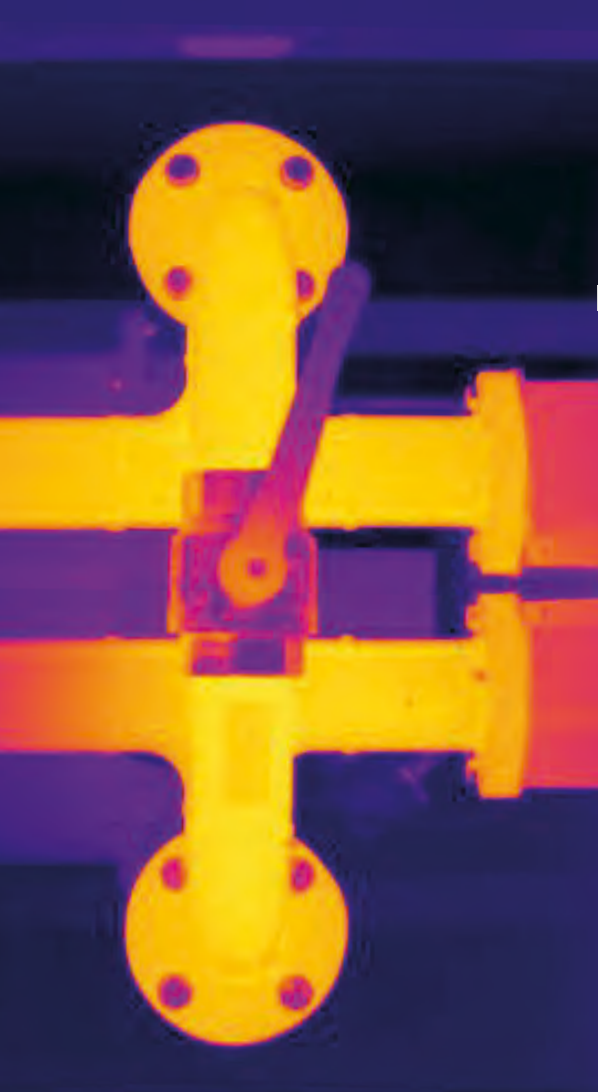
Bundesverband für Angewandte Thermografie e.V. - VATH

Dipl.-Ing. Dr. Thomas Grünberger

Präsident Österreichische Gesellschaft für Thermografie - ÖGfTh

Dipl.-Ing. Michael Wehrli, Architekt

Thermografie und Blower-Door Verband Schweiz - theCH





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
Die Know-how-Netzwerke für Thermografen	20 - 21
Kleines Thermografie-Lexikon	22 - 25
Verbands-Mitglied werden	26 - 27

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.

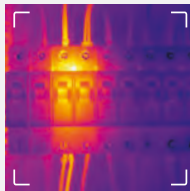
Für Thermografie-Aufnahmen aus allen notwendigen „Positionen“ ist in der Praxis ein schwenkbares Display und eventuell ein Okular notwendig.

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	Op
Detektorformat (1)	FPA, Pixel X Pixel-Anzahl	Je größer ums
Thermische Auflösung (2)	NETD in mK (Millikelvin)	Je kleiner ums
Geometrische Auflösung (3)	IFOV in mrad (Millirad)	Je kleiner ums
Zeitliche Auflösung (4)	Bildwiederholrate bzw. Bildfrequenz in Hz (Herz)	Je größer ums
Güte der Optik (3)		
Wechseloptiken (5)	Optionale Zusatz-Optiken	Alle verfügbare



Optimal	Auf dem Markt erhältlich	Bemerkung
umso besser	von 80 X 60 bis 1280 X 1024	
umso besser	von 150mK bis 15mK	
umso besser	Von 8mrad bis 0.15mrad	Variiert mit verwendeter Optik!
umso besser	Von 9Hz bis kHz-Bereich	
		Geht in das IFOV (3) ein
baren Optiken	Von extrem Weitwinkel über close-up(Makro) bis extrem Tele	

ANWENDUNG

BAUTHERMOGRAFIE 1



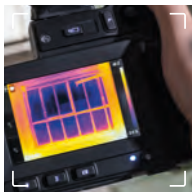
Messaufgabe

**Qualitative Betrachtung von
Wärmeenergieverlusten**

**Quantitative Beurteilung
von Wärmebrücken**

**Ortung von undichten
Warmwasser führenden
Leitungen innerhalb von
Gebäuden**

	Spezifikationen der IR-Kamera	Wichtigkeit der IR-Kamerafähigkeit
	Detektorformat (1)	Sehr wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Wichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
	Wechseloptiken (5)	Unwichtig
	Detektorformat (1)	Wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Unwichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
	Wechseloptiken (5)	Unwichtig
	Detektorformat (1)	Wichtig
	Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
	Geometrische Auflösung (3)	Unwichtig
	Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
	Wechseloptiken (5)	Unwichtig



ANWENDUNG

BAUTHERMOGRAFIE 2



Messaufgabe

**Ortung von undichten
Warmwasser führenden
Leitungen außerhalb von
Gebäuden**

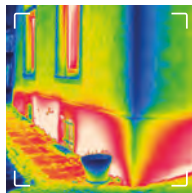
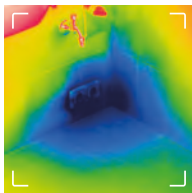
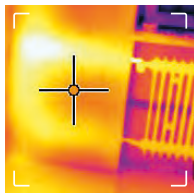
**Ortung von Luftleckagen bei
Blowerdoor-Tests**

Softwareanforderungen

Spezifikationen der IR-Kamera	Wichtigkeit der IR-Kamerafähigkeit
Detektorformat (1)	Wichtig
Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
Geometrische Auflösung (3)	Sehr wichtig
Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
Wechseloptiken (5)	Wichtig

Detektorformat (1)	Sehr wichtig
Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
Geometrische Auflösung (3)	Sehr wichtig
Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
Wechseloptiken (5)	Wichtig

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

Messung von
Niederspannungsanlagen

Messung von
Hochspannungsanlagen

Messung von
Solar(PV)-Generatoren

Softwareanforderungen

Spezifikationen der IR-Kamera	Wichtigkeit der IR-Kamerafähigkeit
Detektorformat (1)	Sehr wichtig
Thermische Auflösung (2)	Wichtig
Geometrische Auflösung (3)	Sehr wichtig
Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
Wechseloptiken (5)	Wichtig
Detektorformat (1)	Sehr wichtig
Thermische Auflösung (2)	Wichtig
Geometrische Auflösung (3)	Sehr wichtig
Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
Wechseloptiken (5)	Sehr wichtig
Detektorformat (1)	Wichtig
Thermische Auflösung (2)	Wichtig
Geometrische Auflösung (3)	Sehr wichtig
Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
Wechseloptiken (5)	Sehr wichtig
<p>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</p>	

ANWENDUNG

INDUSTRIETHERMOGRAFIE 1



Messaufgabe

Maschinendiagnostik

Gasdetektion

Technische Isolierung

Softwareanforderungen

Spezifikationen der IR-Kamera	Wichtigkeit der IR-Kamerafähigkeit
Detektorformat (1)	Wichtig
Thermische Auflösung (2)	Wichtig
Geometrische Auflösung (3)	Wichtig
Zeitliche Auflösung (4)	Wichtig
Wechseloptiken (5)	Wichtig
Detektorformat (1)	Wichtig
Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
Geometrische Auflösung (3)	Wichtig
Zeitliche Auflösung (4)	Sehr wichtig
Wechseloptiken (5)	Unwichtig
Detektorformat (1)	Wichtig
Thermische Auflösung (2)	Wichtig
Geometrische Auflösung (3)	Unwichtig
Zeitliche Auflösung (4)	Unwichtig
Wechseloptiken (5)	Wichtig
<p>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</p>	

ANWENDUNG

INDUSTRIETHERMOGRAFIE 2



Messaufgabe

Prozesstechnik

Automatisierung

Materialprüfung

Softwareanforderungen

Spezifikationen der IR-Kamera	Wichtigkeit der IR-Kamerafähigkeit
Detektorformat (1)	Wichtig
Thermische Auflösung (2)	Wichtig
Geometrische Auflösung (3)	Wichtig
Zeitliche Auflösung (4)	Wichtig
Wechseloptiken (5)	Unwichtig
Detektorformat (1)	Wichtig
Thermische Auflösung (2)	Wichtig
Geometrische Auflösung (3)	Wichtig
Zeitliche Auflösung (4)	Sehr wichtig
Wechseloptiken (5)	Unwichtig
Detektorformat (1)	Wichtig
Thermische Auflösung (2)	Sehr wichtig
Geometrische Auflösung (3)	Sehr wichtig
Zeitliche Auflösung (4)	Sehr wichtig
Wechseloptiken (5)	Unwichtig

Individuelle Zuweisung von Epsilon (ϵ) 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.

DIE KNOW-HOW-NETZWERKE FÜR THERMOGRAFEN

Die Thermografie-Verbände VATH, ÖTfGh und theCH sind mit mehreren hundert Mitgliedern die größten Thermografenverbände in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Durch die Mitgliedschaft von erfahrenen Anwendern als Dienstleister, Hochschulen, Instituten, Universitäten, Infrarot-Geräteherstellern, Vertretern der Bauwirtschaft und Industrie verfügen die Verbände über den umfangreichsten Erfahrungsschatz auf dem Gebiet der Infrarotthermografie.

Alle drei Verbände verfolgen 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.

Als maßgebliche Foren für Erfahrungs- und Informationsaustausch werden jährlich Fachtagungen durchgeführt, bei denen nationale und internationale Kontakte gepflegt werden. Verbandsinterne Schulungs- und externe Zertifizierungsmaßnahmen dienen zur beruflichen Fortbildung der Mitglieder.





KONTAKT

VATH
Bundesverband für
angewandte
Thermografie e.V

Am Herrenwäldchen 4
D - 90482 Nürnberg

Tel.: +49 201 7776336
post@vath.de
www.vath.de

ÖGfTh
Österreichische
Gesellschaft für
Thermografie

Breitwiesen 32,
A - 4702 Wallern

Tel: +43 660 2068896
office@thermografie.co.at
www.thermografie.co.at

theCH
Thermografie und
Blower-Door Verband
Schweiz

Feldmühlestrasse 8
CH-6010 Kriens

info@tech.ch
www.tech.ch

KLEINES THERMOGRAFIE-LEXIKON



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

Volumenstrom eines Mediums, welches z.B. eine Luftdichtheitsebene durchdringt.

Leckage - Position

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.

KLEINES THERMOGRAFIE-LEXIKON



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 Wasserdampfs 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 Oberflächentemperatur 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 entgegensetzt.

Wärmeleitung

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

Wärmestrahlung

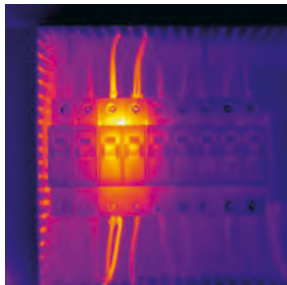
Wärmeübertragungsmechanismus durch elektromagnetische Eigenstrahlung.

Wärmestrom

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

Wärmeübergangswiderstand

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



WIR SEHEN MEHR...

VERBANDS-MITGLIED WERDEN



Die Verbands-Mitglieder 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 Geschäftsstellen des

VATH / ÖGfTh / theCH

(siehe Seiten 20/21)



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 Mitglieder durch Messeauftritte und Fachartikel
- Günstige Einkaufsbedingungen durch Sammelbestellungen (z.B. techn. Geräte)
- Kostenlose Nutzung der Gerätebörse
- Kostenlose Teilnahme an den Symposien mit Fachvorträgen
- Reduzierte Kostensätze für Schulungen und Zertifizierungen
- Kostenlose Aufnahme in die Mitgliederliste mit Präsentation im Internet

KONTAKT

VATH
Bundesverband für
angewandte
Thermografie e.V

Am Herrenwäldchen 4
D - 90482 Nürnberg

Tel.: +49 201 7776336
post@vath.de
www.vath.de



ÖGfTh
Österreichische
Gesellschaft für
Thermografie

Breitwiesen 32,
A - 4702 Wallern

Tel.: +43 660 2068896
office@thermografie.co.at
www.thermografie.co.at



theCH
Thermografie und
Blower-Door Verband
Schweiz

Feldmühlestrasse 8
CH-6010 Kriens

info@thech.ch
www.thech.ch

