

Bau-Thermografie

Messtechnik auf höchstem Niveau

Infrarotmessungen machen für das menschliche Auge unsichtbare Schwachstellen in der Gebäudehülle sichtbar. Die Interpretation der Ergebnisse erfordert Expertenwissen.

TEXT + FOTOS WOLFGANG PAST

ÖSTERREICHISCHE
bau.zeitung

Dipl.-Ing. Tom Cervinka

Redakteur

T (+43 1) 546 64 - 224
M (+43 660) 737 52 10
F (+43 1) 546 64 - 402
E t.cervinka@wirtschaftsverlag.at
ISSN (+43 1) 545 58 72

bau **thema**
Die Zeitschriften für Sanierung und Thermografie

FEHLERQUELLEN

Fehlerquellen können auftreten bei:

- Ungenauigkeiten des IR-Systems aufgrund fehlender Wärmung/Kalibrierung.
- Fehleinstellung von Emissionsgrad und Umgebungstemperatur am Messgerät.
- Reflexion von Störstrahlungsquellen aus dem Vordergrund des Objektes (punktueller Störstrahlungsquellen etc.)

Zudem müssen Thermogramme scharf sein, sodass daraus schon optisch erkennbar ist, worum es geht. Jedem Thermogramm ist ein Digitalbild beizustellen und jedes Thermogramm muss mit einem Text und/oder einer Erklärung versehen sein. Unscharfe Thermogramme haben keinen seriösen Gebrauchswert, da dabei auch die Messergebnisse dementsprechend „unscharf“ werden!



Nicht nur bunte Blöcher; Thermogramme müssen von Fachleuten beurteilt und interpretiert werden.

Die Verfahren der Infrarot-Strahlungstemperaturmessung, wie quantitative Infrarot-Thermografie und Pyrometrie bezeichnet werden, beruhen auf dem physikalischen Phänomen, dass Körper mit einer Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunktes von 0 Kelvin (-273,16 °C) elektromagnetische Strahlung aussenden. Aus deren Intensität kann man die Temperatur des aussendenden Körpers berührungslos ermitteln. Gerade im Bauwesen sind die Möglichkeiten der Thermografie groß, wurden bisher jedoch wenig genutzt. Insbesondere die Eigenart vollkommen schadensfreier Untersuchungen ist oft bares Geld wert. Bei der Suche nach Gebäudeundichtheiten können in Kombination mit einer Blower-Door-Messung (Differenzdruckmessung) unschlagbare Ergebnisse erzielt werden. Das Gleiche gilt bei der Schadenserkennung und Dokumentation, Leckortungen in Leitungssystemen, bei Schimmelproblemen in Wohnräumen, bei Zugluftproblemen oder in nicht erwärmten Räumen. Beim Einsatz der Infrarotthermografie werden allerdings immer wieder grundlegende Fehler bei der Aufnahmetechnik gemacht. Neben unbrauchbaren, so-

genannten Thermogrammen führt die Auswertung oft zu kontroversen Ansichten und Interpretationen, die sich meist nur auf die „Farbgestaltung“ der Bilder beziehen und wo anhand der Farbskalen versucht wird, Mängel oder Mängelfreiheit zu attestieren.

Berührungslose Messung

Eine IR-Kamera ist ein Werkzeug zur berührungslosen Messung von Strahlungsintensitäten im Infrarotbereich. Um genaue Messergebnisse zu erhalten, ist eine Vielzahl an Parametern zu berücksichtigen. In der Bauthermografie werden überwiegend FPA-Kameras (Focal Plane Array) verwendet. Im Gegensatz zu Scanner-Kameras sind diese wesentlich ungenauer, weshalb hier nur hochwertige Geräte zum Einsatz kommen sollten. In der Bauthermografie müssen, gerade wenn es um die Beurteilung von thermischen Qualitäten geht, Temperaturdifferenzen im Zehntelgradbereich gemessen und differenziert werden können.

Zertifizierter Thermograf

Im Bereich der IR-Messtechnik gibt es die Möglichkeit, sich nach EN 473 zerti-

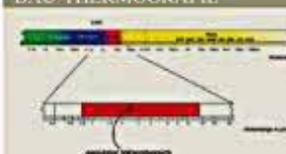
fizieren zu lassen (Stufe 1 bis 3). Diese Zertifizierungsnorm beschreibt, dass erst der Thermograf ab der Ausbildungsstufe 2 zu einer Interpretation der Messung befähigt ist. Neben dieser Thermografieausbildung ist eine fachliche Ausbildung im Baubereich unabdingbar. Denn zusätzlich zum Wissen über die Strahlungsphysik und Messtechnik ist Wissen über die Bauweise, Thermodynamik und Bauphysik notwendig, um die gemessenen Temperaturen richtig bewerten zu können.

Nicht das Thermogramm ist das Ergebnis der Messung, sondern die Schlüsse, die aus den Thermogrammen, durch den seriösen Messtechniker, ge-

zogen werden können. Der bloße Glaube an die Farbgebung des Thermogramms allein ermöglicht keine Aussage. Zudem gibt es mehrere Farbskalen, je nach IR-System und -Software, und nicht jede ist für Bauthermografie geeignet! Auch das ist zu berücksichtigen, da zum Beispiel die Elektrotechniker mit der Eisenskala oder den Glutfarben die besten Ergebnisse erzielen, diese für die Bauthermografen jedoch nicht brauchbar ist. Hier ist eine Skala mit deutlich feineren Abstufungen und Farben erforderlich!

Zudem ist die IR-Messung in der EN ÖNORM 13187 „Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden, Qualitativer Nachweis von Wärmebrücken in Gebäudehül-

BAU-THERMOGRAFIE



Die Thermografie ist eine wissenschaftliche Methode zur berührungslosen Messung von Oberflächentemperaturen. Informationsquelle ist die von jedem Körper ausgehende Infrarotstrahlung, die mittels Detektor in eine Temperaturinformation umgewandelt wird. In der Gebäudethermografie haben sich im Laufe der Entwicklung mehrere Anwendungsmöglichkeiten ergeben. Die Erkennung von Kälte- bzw. Wärmebrücken ist die bekannteste.

len ISO 6781:1963, modifiziert, Ausgabe 1999-03-01“ angeführt. Auch dieser Umstand ist vielen „Messtechnikern“ nicht bekannt, dementsprechend fallen auch die Messberichte aus bzw. deren Dokumentation und Aussagen.

Neu!

FLUKE

Mehr Umsatz durch zusätzliches Geschäft mit den Wärmebildkameras TIR/TIR1

Wärmebildkameras sind die modernsten Werkzeuge zum Aufspüren von Energieverlusten in Gebäuden. Und Flukes einfach zu bedienende Serie TIR/TIR1 ist speziell für die Gebäude-Diagnose konzipiert. **Für Profis wie Sie.**

Wenn Ihr Geschäft mit Energiebewertung zu tun hat – Gebäudemanagement, Isolation, Verbrauchsanalyse etc. – bietet Ihnen die **IR-Fusion™-Technologie** einen qualitativen Vorsprung und ein kommerzielles Plus: **Mehr Umsatz durch zusätzliches Geschäft!**

Probleme besser erfassen mit IR-Fusion™
Fluke ist Weltmarktführer bei Handheld-Testgeräten und die **IR-Fusion™-Technologie** hat sich in anspruchsvollen Anwendungen schon tausendfach bewährt.

IR-Fusion zeigt Ihnen alles – durch die **Kombination eines digitalen Sichtbildes mit dem Wärmebild.** Die neuen Einstiegsmodelle Fluke TIR und TIR1 bieten als einzige in ihrer Preisklasse diese einzigartige Technologie.

Um mehr zu erfahren, sehen Sie sich das Video oder den Anwendungsbericht an unter www.fluke.de/TIR

Fluke. Damit Ihre Welt intakt bleibt.
Fluke Vertriebsgesellschaft mbH
☎ (01) 928 95 00
www.fluke.at

Der Türöffner zur modernen Gebäude-Diagnose

Bewertung der Energie-Effizienz

Sehr effizient

A

B

C

D

E

F

G

Weniger effizient



BAUTHERMOGRAFIE

Varianten der Bauthermografie

Variante 1: Im Fall von Zugluftproblematik Vornehmen einer Differenzdruckmessung, Dokumentation der Fehlstellen mittels Anemometer, um die Zugluftgeschwindigkeit erfassen zu können bzw. mit Rauchröhren, anschließend eine Thermografiemessung von innen zur Erfassung der allfälligen Abkühlungen der inneren Raumhülle aufgrund des Kaltlufterintritts über die Undichtheiten und Fehlstellen. Dieses Verfahren ist als ein erster und kostengünstiger Schritt zu sehen.

Variante 2: Das Objekt bleibt im Zustand wie üblich genutzt ohne Druckveränderung (es sollte so weit wie möglich Windstille vorliegen), es wird eine Aufnahmereihe Infrarotaufnahmen der gesamten inneren Raumhülle vorgenommen, danach wird die Differenzdruckmessung – wie unter Methode 1 angeführt – vorgenommen und auch die nachfolgenden Infrarotaufnahmen bei Unterdruck werden – wie oben angeführt – hergestellt.

Diese Methode hat den Vorteil, dass bei gleicher Kamerakonfiguration dokumentiert werden kann, wie sich die Gebäudehülle im üblichen Nutzungszustand ohne Druckveränderung darstellt und wie allfällige Veränderungen an der inneren Raumhülle durch Abkühlungen aufgetreten sind. Vor allem diese gegenüberstellende Darstellung ist zumeist derart aussagekräftig, dass hier kaum Diskussionen entstehen betreffend allfälligen Sanierungsbedarf.

Methoden der IR-Messung

Wann ist eine Bauthermografie sinnvoll? Wenn ein Haus in den 1960er- oder 1970er-Jahren errichtet wurde, kann wohl auch ohne Thermografie davon ausgegangen werden, dass eine thermische Sanierung notwendig ist. Es zeigt sich aber trotzdem immer wieder, dass erst eine IR-Messung und die bildliche Darstellung der entscheidende Auslöser für Sanierungen ist, vor allem bei Mehrparteienwohnhäusern mit zahlreichen differierenden Meinungen. Aber auch bei Schimmelproblemen kann die IR-Messung zeigen, ob es sich tatsächlich um unzulässige Wärmebrücken handelt oder eine falsch aufgestellte Möblierung oder das Nutzerverhalten die Ursache ist. Eine IR-Messung ist auch dann sinnvoll, wenn es um eine Qualitätskontrolle im Zuge einer erfolgten Sanierung geht. Zur IR-Messung selbst ist anzumerken, dass die wohl am meisten dargestellte IR-Messung jene von außen ist. Dabei werden immer wieder mehr oder weniger „bunte Bilder“ abgedruckt, dabei aber geflissentlich darauf vergessen

hinzuweisen, was dabei nicht erfasst wird. Von außen (vom Boden aus) können Gebäudeteile wie Dächer, oberste Geschoßdecken, Kellerdecken, abgeschlossene Lichthöfe etc. nicht erfasst werden, ebenso zumeist keine Luftundichtheiten. Die Messungen von außen sind bei Dunkelheit durchzuführen, am besten in den frühen Morgenstunden vor Dämmerung und Sonnenaufgang, da Tageslicht als verfälschende Fremdstrahlung (Reflexion) in die Aufnahmen einget und zu Fehlinterpretationen führt. Bei der Messung von außen darf keine starke Windlage vorliegen und die Fassadenteile dürfen mind. 48 Std. vor der Messung nicht vernässt worden sein.

Grundsätzlich sind IR-Messungen in der kalten Jahreszeit, also in der Heizperiode durchzuführen. Ebenso sollte die Tageswitterung nicht wesentlich über der Temperatur im Zuge der Messung liegen, damit durch die thermische Trägheit des Objektes keine Verfälschungen eintreten. Die Temperaturdifferenz zwischen innen und außen muss mind. 10 Grad Celsius betragen, 15 Grad ist



jedoch anzustreben, um Schwachstellen besser erkennen zu können.

Zu hinterlüfteten Bauteilen ist anzumerken, dass hier keine direkte Wärmeübertragung zur äußeren Oberfläche stattfinden kann und somit an diesen Flächen eine Messung von außen keinen Aufschluss über die thermischen Eigenschaften erbringt. Innenaufnahmen können auch tagsüber erstellt werden. Dazu ist es jedoch erforderlich, die direkte Sonneneinstrahlung unmittelbar zur Messposition zu vermeiden (Vorhänge oder Jalousien schließen). Je nach Aufgabenstellung sind diese Messungen zeitig in der Früh vorzunehmen. Eine Innenmessung bringt daher ein wesentlich genaueres Ergebnis, jedoch auch wiederum abhängig von der Aufstellung der Möblierung, denn durch Kästen und Wände „sieht“ die IR-Kamera nicht hindurch. Daher ist es sinnvoll, Möblierungen vor den Messungen von Außenwänden zeitgerecht abrücken zu lassen. Bei Innenmessungen können alle sichtbaren Oberflächen erfasst werden, die Witterungsabhängigkeit ist kleiner, und

es kann eine genauere Analyse erstellt werden als bei einer bloßen Außenmessung. Zudem zeichnen sich Wärmebrücken innen stärker ab als außen.

Bei Zugluftproblemen ist der kombinierte Einsatz mit einer Blower-Door-Messung angezeigt, da sich bei Unterdruck im Raum alle Undichtheiten deutlich erfassen lassen. Die Innenmessung ist zwar aufwändiger, aber auch aussagekräftiger!

Fazit

Es gibt unterschiedliche Anforderungen an die Messung, für die nicht jeder Thermograf befähigt und/oder zugelassen ist. So sollte schon aus haftungstechnischen Gründen niemals eine elektrotechnische Untersuchung einer Anlage vorgenommen werden, dazu gibt es seriöse Partner. Gleiches würde ein seriöser Elektrotechniker am Bau auch nicht tun.

Wolfgang Past ist allgemein beideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger, Thermograf Level 2 für Bauthermografie, Gutachter im Bereich Thermografiemessung, Differenzdruckmessung, Blower-Door-Messung, Bedachungen, Abdichtungen, Verblechungen, Schimmel und Feuchteschäden

MINDESTANFORDERUNGEN

Thermografiekameras für den Baubereich:

- Durchmesser der Optik mind. ca. 5 cm (Linse aus Germanium)
- optische Auflösung > 320 x 240 Bildpunkte
- thermische Auflösung < 0,08 K
- hochwertiger Sensor mit geringstem Sensorabstand
- linearer Kennlinienverlauf über den Messbereich
- Rauschunterdrückung
- Messabweichung vom Absolutwert muss bekannt sein
- professionelle Auswertesoftware

WER & WO

Wie finden Sie „Ihren“ IR-Messtechniker?

Über die Österreichische Gesellschaft für Thermografie, Generalsekretariat Danubiustraße 12, A-3400 Klosterneuburg +43(0)2243/37744, thermografie@aon.at, www.thermografie.co.at

Produktvergleich Thermografie-Kameras – Einsteigermodelle

Modell	ThermaCAM B2	FLUKE TIR	NECTH 7700	TROTEC IC060
Anbieter	FLIR Systems GmbH www.flir.de	Fluke Vertriebsges. mbH www.fluke.at	ebs ATuS GmbH www.irpod.net	TROTEC GmbH & Co.KG www.trotec.de
Bilddaten: Bildauflösung/Sehfeld/ Spektralbereich (in µm)	160 x 120/19° x 14°/ 7,5-13	160 x 120/23° x 17°/ 7,5-14	320 x 240/27° x 20°/ 8-14	160 x 120/20° x 17,5°/ 8-14
Messung: Temperaturbereich/-auflösung (bei 30 °C)/Genauigkeit	-20 °C bis +100 °C/ 0,1 K/2 %	-20 °C bis +100 °C/ 0,1 K/5 %	-20 °C bis +50 °C/ 0,1 K/2 %	-20 °C bis +250 °C/ 0,1 K/2 %
Messfunktionen: Isothermen/ Minimal-/Maximalwert/Taupunkt	☑/☑/☑/☑	☑/☑/☑/☐	☑/☑/☑/☑	☑/☑/☑/☐
Optik: Fokus manuell/automatisch/ Teleskop opt./Weitwinkel opt.	☑/☐/☑/☑	☑/☐/☐/☐	☑/☐/☑/☑	☑/☐/☐/☐
Betrieb: Akku/Betriebs-/Ladezeit	Li.-Ionen/2 h/1 h	Li.-Ionen/3-4 h/2 h	Li.-Ionen/3 h/k. A.	Li.-Ionen/2,5 h/k. A.
Netzteil/Ladestation/Kabel/Tasche/ Software/sonst.	☑/☑/☑/☑/☑/☐	☑/☑/☑/☑/☑/☐	☑/☑/☑/☑/☑/☐	☑/☑/☑/☑/☑/☐

Produktvergleich Thermografie-Kameras – Profimodelle

Modell	ThermaCAM B20HS	FLUKE TIR3FT	NECTH 9260	Jenoptik VarioCAM hr
Anbieter	FLIR Systems GmbH www.flir.de	Fluke Vertriebsges. mbH www.fluke.at	ebs ATuS GmbH www.irpod.net	InfraTec GmbH www.infratec.net
Bilddaten: Bildauflösung/Sehfeld/ Spektralbereich (in µm)	320 x 240/20° x 15°/ 7,5-13	320 x 240/23° x 17°/ 8-14	640 x 480/22° x 16°/ 8-14	320 x 240 bis 1.280 x 960/30° x 23°/7,5-14
Messung: Temperaturbereich/-auflösung (bei 30 °C)/Genauigkeit	-40 °C bis +55 °C/ 0,05 K/2 %	-20 °C bis +100 °C/ 0,05 K/2 %	-40 °C bis +500 °C/ 0,06 K/2 %	-40 °C bis +1.200 °C/ <0,05 K, 1,5%
Messfunktionen: Isothermen/ Minimal-/Maximalwert/Taupunkt	☑/☑/☑/☑	☑/☑/☑/☐	☑/☑/☑/☐	☑/☑/☑/☐
Optik: Fokus manuell/automatisch/ Teleskop opt./Weitwinkel opt.	☑/☑/☑/☑	☑/☐/☑/☑	☑/☑/☑/☑	☑/☑/☑/☑
Betrieb: Akku/Betriebs-/Ladezeit	Li.-Ionen/2 h/2,5 h	Li.-Ionen/3 h/2 h	Li.-Ionen/3 h/k. A.	Li.-Ionen/3 h/k. A.
Netzteil/Ladestation/Kabel/Tasche/ Software/sonst.	☑/☑/☑/☑/☑/☐	☑/☑/☑/☑/☑/☐	☑/☑/☑/☑/☑/☐	☑/☑/☑/☑/☑/☐