



■ Moderne Messtechnik

Thermografie: ein unverzichtbares Werkzeug bei der thermischen Analyse

1. Einleitung

Aufgrund der raschen Entwicklung der Gerätetechnik in den letzten Jahren bei gleichzeitigem Sinken der Anschaffungskosten gilt die Thermografie (Wärmebildmessung) heute als Standardverfahren der thermischen Analyse in unterschiedlichsten Fachbereichen. Den zahlreichen Vorteilen der Methode wie berührungslose Messung, bildgebendes Verfahren in Echtzeit, Genauigkeit etc. stehen nur wenige Nachteile gegenüber, etwa, dass das Messobjekt optisch zugänglich sein muss und in der Regel nur Oberflächentemperaturen gemessen werden können. Dieser Artikel soll die Methode und ihr Potenzial in diversen technischen Anwendungsgebieten beschreiben, aber auch

aufzeigen was es zu beachten gilt, um korrekte Messergebnisse zu erhalten.

2. Prinzip

Das Grundprinzip der thermografischen Messung ist die Aufzeichnung der Wärmestrahlung, die von jedem Objekt mit einer Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunkts ausgesendet wird. Es handelt sich dabei um elektromagnetische Strahlung im Infrarotbereich (IR-Bereich). Ähnlich einer Videokamera, welche Strahlung im sichtbaren Be-

reich des Spektrums verarbeitet, detektiert die Thermografie-Kamera (kurz Thermokamera) die IR-Strahlung eines bestimmten Wellenlängenbereichs und generiert daraus ein Falschfarbenbild. Aus der gemessenen Strahlungsintensität lässt sich nach dem Planck'schen



Abbildung 1: Thermografische Szene mit Strahlungsanteilen, deren Summe die gemessene Strahlung ergibt. Aus dieser wird die Temperatur des Messobjekts berechnet

■ TGA – FACHGRUPPEN DER INGENIEURBÜROS



Komm.-Rat. Ing.
Roman Weigl, MSc
FGO Ingenieurbüros
der WKW
FVOSTv. Ingenieurbüros
der WKO

Kooperation Ingenieurbüros – AIT

Wiener Ingenieurbüros und AIT werden einen weiteren Schritt gemeinsam in die Zukunft gehen und möchten damit unsere Kompetenzen bündeln. Wir wollen Synergieeffekte nutzen und damit den Wirtschaftsstandort Österreich stärken. Ingenieurbüros sind im höchsten Grade innovativ und flexibel, ihr Fachwissen löst die Probleme der Kunden vor Ort, zeitnah und kreativ. Sie bewegen sich damit im Zentrum des Wirtschaftslebens, hören und sehen die

Entwicklungen des Marktes und erarbeiten Lösungen gemeinsam mit dem Auftraggeber im In- und Ausland. Manchmal reichen ihre Ressourcen aber nicht, um jedes Problem seiner Lösung zuzuführen. Dann ist es hilfreich, einen Partner zu haben, der bereits die wissenschaftliche Grundlage mitbringt und mit seinen Forscherinnen und Forschern sowie Einrichtungen das entwickelt, was bislang noch nicht am Markt etabliert war. Es ist hilfreich, einen Partner zu haben, der Wissen erarbeitet und weitergibt, der im Forschungsbereich Erfahrung hat und mit dem man gemeinsam neue Geschäftsfelder erschließen kann.

Das AIT hat primär die Aufgabe, durch Forschung & Entwicklung jenen Unternehmen Hilfestellung anzubieten, die wissenschaftliche Aufgaben mit ihren Mitteln nicht bewerkstelligen können. Ingenieurbüros arbeiten dagegen im unternehmerischen, kundenorientierten Sektor und das innerhalb von derzeit über 40 spezifischen Fachgebieten, die sich in den fünf

Departments des AIT widerspiegeln:

Energy – Mobility – Digital Safety & Security – Health & Environment – Innovation Systems
Beide Welten haben das Potenzial, sich vorteilhaft zu ergänzen.

Wir dürfen daher die Schaffung einer Kooperationsplattform IB-AIT ankündigen. Hier werden wir

- › Weiterbildungseinheiten für unsere Ingenieurbüros anbieten und so von den Forschungsergebnissen des AIT profitieren;
- › gemeinsame Forschungsanträge zwischen AIT und unseren Mitgliedern vermitteln
- › Best Practice-Beispiele veröffentlichen

Voraussichtlich werden wir bis Jahresende 2015 diese Plattform geschaffen haben und können zum gegebenen Zeitpunkt mit weiteren Informationen zur Verfügung stehen.

Fachgruppe der Ingenieurbüros Wien
Komm.-Rat Ing. Roman Weigl, MSc
Fachverbandsobmann Stv. Ingenieurbüros

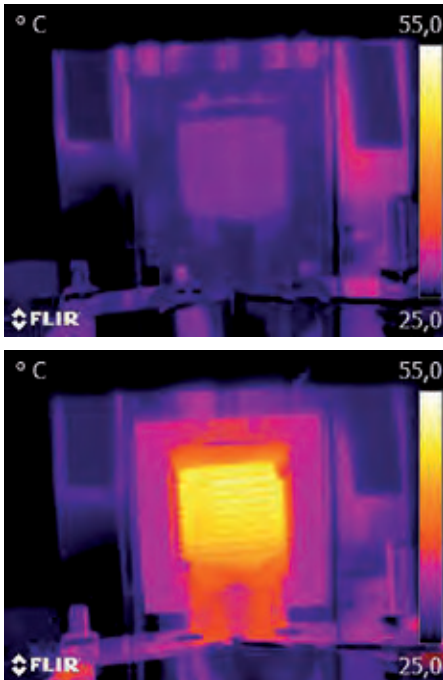


Abbildung 2: Erwärmung der Drossel im thermografischen Bild sichtbar gemacht. Oben: Drossel elektrisch unbelastet, unten: Drossel während der Belastung mit elektrischen Pulsen

Strahlungsgesetz die Temperatur berechnen.

In Abbildung 1 ist eine thermografische Szene schematisch dargestellt. Die gemessene Strahlung setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen, wobei die vom Messobjekt emittierte Strahlung ein wesentlicher, aber nicht der einzige Beitrag ist. Die Berücksichtigung der Umgebungseinflüsse wie reflektierte Strahlung oder Eigenstrahlung und Strahlungsabschwächung durch die Atmosphäre ist von grundlegender Bedeutung für das Erhalten korrekter Ergebnisse. Diesen Einflüssen wird durch an der Thermokamera einstellbare Parameter wie reflektierte Temperatur, atmosphärische Temperatur oder Messabstand Rechnung getragen.

Der wichtigste Parameter ist der Emissionsgrad des Messobjekts, bezeichnet mit ϵ (Epsilon). Er ist ein Maß für die Fähigkeit eines Objektes, Strahlung einer bestimmten Wellenlänge im IR-Bereich zu emittieren. Der mögliche Wertebereich von ϵ ist (0... 1), wobei $\epsilon = 1$ nur für

[Lesen Sie weiter auf Seite 52](#) →

Fachgruppentagung 2015

Gute Arbeit lohnt sich!

Am 8. Oktober 2015 fand die diesjährige Fachgruppentagung der Wiener Ingenieurbüros statt. Rund 40 Besucher nahmen an der Veranstaltung teil.

Obmann Komm.-Rat Ing. Roman Weigl, MSc, berichtete einleitend über die Aktivitäten der Fachgruppe im Verlauf des letzten Jahres und das aktuelle Geschehen in der Branche und nahm die Ehrungen für langjährige Mitgliedschaft bei den Ingenieurbüros vor.

- › 35 Jahre – Pörner Ingenieurgesellschaft mbH, vertreten durch DI Peter Schlossnickel
- › 25 Jahre – Ingenieurbüro Ing. Franz Buchgraber

Folgende Veranstaltungen fanden statt:

- › Kongress Zero Emission Cities 2014, Thema: „Zero Emission Cities 2014. Wie Europas Städte smarter werden.“
- › Planning Day 2015
- › Frühsommerfest in der Modul Universität mit einem unterhaltsamen Vortrag des Physikers Mag. Werner Gruber, Leiter des Planetariums
- › Informationsveranstaltungen zu unterschiedlichen Spezialthemen wie
- › „Die EU-F-Gase Richtlinie 517/2014“ und die Möglichkeiten lt. dem Normentwurf EN 378 aus 2014
- › „Neue Kältemittel – Status quo“
- › elektronisches Vergabewesen – Voraussetzungen und Chancen für Ingenieurbüros
- › Informationsveranstaltung zum neuen Energieeffizienzgesetz
- › Folgende Themen waren und sind neben der laufenden Mitglieder- und Gründerbetreuung Arbeitsschwerpunkte:
- › EnergieeffizienzG,
- › EU-Verordnung 1253/2014 hinsichtlich der Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsanlagen,
- › NÖ BauO 2014: Auf Anfrage eines Mitgliedes aus dem Bereich der Vermessungsbüros nimmt die Fachverbands-Geschäftsführerin

DI Peter Schlossnickel nimmt die Ehrung von Komm.-Rat Roman Weigl entgegen



Dr. Ledochowski zu den Aktivitäten im Zusammenhang neuen Ziviltechnikervorbehalt für bestimmte Vermessungstätigkeiten auf Fachverbandsebene Stellung

- › Vergabewesen
- › Die Fachgruppe führte regelmäßig Kontaktgespräche mit der Stadtbaudirektion, zusätzlich finden Interventionen bei anderen Behörden/behördennahen Institutionen und Aktivitäten im Bereich der Gesetzesbegutachtung statt.
- › Die Fachgruppe plant für 2016 einen Nachwuchswettbewerb an den Wiener HTLs. Die beste Arbeit soll im Herbst 2016 auf der Zero Emission Cities 2016 prämiert werden.

Das Ausschussmitglied DI Susanne Draxler berichtete über die Vorbereitung einer Kooperationsplattform mit dem Austrian Institute of Technology, die den Wiener Ingenieurbüros bessere Marktchancen durch neue Zugangsmöglichkeiten zu Forschung und Förderungen erschließen soll.

In der Folge kam es im Rahmen der Tagesordnung zur Präsentation des Rechnungsabschlusses 2014 und des Voranschlages 2016.

Ebenso erfolgte für die nächsten Jahre Beschluss der Grundumlage, die auf Basis der festgelegten Valorisierungsklausel jährlich automatisch angepasst wird (Erhöhung 2016: 1% – Details siehe Grundumlagenbeschluss im Mitgliederbereich der HP).

Im Anschluss fanden folgende zwei Vorträge zur Barrierefreiheit mit anschließender Diskussion statt:

- › „Barrierefreiheit für Unternehmen“
Mag. Aaron Banovics, Büro des Anwalts für Gleichbehandlungsfragen für Menschen mit Behinderung
 - › „Barrierefreiheit aus baurechtlicher Sicht am Beispiel der Bauordnung für Wien und der OIB-Richtlinie 4, Ausgabe 2015“
DI Ernst Schlossnickel, Oberstadtbaurat, Magistratsdirektion der Stadt Wien
- Zum Ausklang der Tagung gab es bei einem guten Buffet gemütliches Networking.

KONTAKT

Fachverband Ingenieurbüros in der WKO
Schaumburggasse 20/1 | A-1040 Wien
Tel.: +43/5/90 900-3248, Fax: +43/5/90 900-229
www.ingenieurbueros.at

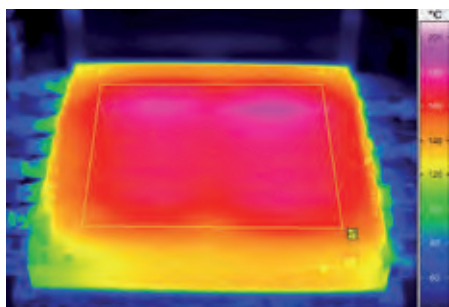


Abbildung 3: Thermografiebild der Heizplatte einer Thermoforming-Maschine in der Aufheizphase. Da blanke Metalle einen geringen Emissionsgrad aufweisen, wurde die Heizplatte mit schwarzem Lack eingesprüht. Somit erhält man einen definierten hohen Emissionsgrad, Störeinflüsse werden dadurch minimiert

den idealen schwarzen Strahler gilt. Aufgrund des Energieerhaltungssatzes ist die Summe aus Emissionsgrad, Transmissionsgrad und Reflexionsgrad gleich 1. Das bedeutet, dass bei Messobjekten mit kleinem ϵ (wie es bei Metallen der Fall ist) die Umgebungseinflüsse wie die reflektierte Temperatur eine wesentliche Rolle spielen, während sie bei stark emittierenden Materialien (die meisten nichtmetallischen Stoffe) oft nur einen geringen Beitrag ausmachen. Die Kenntnis des Emissionsgrades des Messobjekts, entweder aus Tabellen oder besser aus eigenen Referenzmessungen, ist daher eine unbedingte Voraussetzung für jede Thermografie-Messung.

3. Anwendungen

Das technische Anwendungsgebiet der Thermografie wird meist in die Bereiche Elektro-, Industrie- und Bauthermografie unterteilt. Im Folgenden werden diese Bereiche und ausgewählte Anwendungen daraus vorgestellt.

3.1. Elektrothermografie

Die Elektrothermografie befasst sich mit der Inspektion von elektrischen Anlagen. Dies kann einerseits vorbeugend geschehen, um kostspielige Ausfälle rechtzeitig durch die Erkennung von thermischen Unregelmäßigkeiten oder übermäßigen Erwärmungen zu verhindern. Andererseits kann die Thermografie auch gezielt zur Fehlersuche eingesetzt werden. So können z.B. fehlerhafte Verbindungen und schlechte Kontakte, ungleiche Phasenlast, überhitzte Motoren, Generatoren oder Trans-

formatoren, verschmutzte Kühlrippen, defekte Kühlsysteme oder fehlerhafte Kondensatoren und schlechte thermische Anbindung von Leistungshalbleitern detektiert werden.

Sehr effektiv wird die Thermokamera auch in der Entwicklung von elektrischen und elektronischen Baugruppen eingesetzt, so z.B. zur brandschutztechnischen Analyse oder für die Auslegung von Entwärmungskonzepten. Die in Abbildung 2 gezeigten Thermografiebilder einer Drossel sind im Zuge einer Studie zur optimalen Ankopplung eines Kühlkörpers entstanden.

3.2. Industriethermografie

Im Bereich der Industriethermografie spielen vorbeugende Instandhaltung und Fehlersuche ebenfalls eine wichtige Rolle. In der Zustandsüberwachung (Condition Monitoring) von Industrieanlagen werden Motoren und mechanische Lager, Kühlsysteme, Isolationen etc. permanent oder in regelmäßigen Abständen mittels Thermokamera überwacht.

Große Bedeutung kommt der Charakterisierung und Überwachung thermisch kritischer Prozesse zu, wie z.B. der Temperaturmessung von Schmelzen. Ein weiteres Beispiel ist die Bestimmung der örtlichen Temperaturverteilung einer Heizplatte wie in Abbildung 3 dargestellt. Ergänzend zum statischen Bild erlaubt die Aufnahme eines Thermografie-Videos die dynamische Analyse der Aufheiz- und Abkühlphasen.

3.3. Bauthermografie

Die Bauthermografie beschäftigt sich mit der Bewertung der Wärmeisolation von Gebäuden sowie dem Auffinden von Baumängeln, Schäden (z.B. Feuchte-, Wasserschäden) oder auch versteckten Konstruktionselementen. Die thermografische Analyse basiert auf Unterschieden der Wärmeleitfähigkeit oder Wärmekapazität der Materialien entsprechend ihrer Zusammensetzung und ihres Zustandes.

Messungen zur Gebäudethermografie werden vorzugsweise in der kalten Jahreszeit und nach Sonnenuntergang durchgeführt. Unter diesen Bedingungen sind die Temperaturdifferenzen zwischen dem beheizten Innenraum und der äußeren Atmosphäre entsprechend groß, sodass Wärmeverluste aufgrund von un-

zureichender Isolierung oder Wärmebrücken gut anhand der in diesem Fall erhöhten Temperatur des Mauerwerks erkannt werden. Außerdem minimiert die Abwesenheit der Sonne Störeinflüsse aufgrund der reflektierten Temperatur oder durch Sonneneinstrahlung erwärmten Mauerwerks.

Abbildung 4 zeigt eindrucksvoll den Effekt der thermischen Sanierung eines Wohnhauses.



Abbildung 4: Thermografiebild einer Hausfassade, welche gerade thermisch saniert wird. Der bodennahe Mauerstreifen (Kellergeschoss) ist noch nicht saniert und daher deutlich wärmer (um ca. 5° C) als die oberen bereits sanierten Mauerbereiche

4. Fazit

Die Thermografie ist ein leistungsfähiges Verfahren für thermische Analysen in einem breiten Anwendungsbereich. Neben der hohen Messgenauigkeit, der Berührungslosigkeit der Messung und der Möglichkeit der dynamischen Messung ist die Bildhaftigkeit der Temperaturinformation der wichtigste Vorteil der Methode. Die Unmittelbarkeit und die auch für den Ungeübten leichte Verständlichkeit des Thermografiebildes sollen jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass für eine korrekte Interpretation der Messdaten ein solides Wissen über die zugrundeliegenden physikalischen Vorgänge notwendig ist. ■

Autoren:

DI Dr. Martin Fasching,
mfTEC Fasching KG,
www.mftec.com und

DI Dr. Martin Justinek,
Justinek Engineering e. U.,
www.justinek-engineering.com

Literatur

D. Schneider, Einführung in die praktische Infrarot-Thermografie, Shaker, Aachen 2012