

FEHLERSUCHE MIT INFRAROT-THERMOGRAFIE

UNGEAHNTE MÖGLICHKEITEN FÜR INDUSTRIE UND HANDWERK

Bei der technischen Auslegung in der Haustechnik wird man immer wieder auf die energetischen Grundlagen der Technik zurückgeführt. Die energetische Betrachtung bedeutet dabei auch, oberflächige Wärmesignaturen zu beurteilen. Der Begriff der Haustechnik ist mittlerweile nicht mehr gängig, heute spricht man eher umfassend von der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA), er umfasst als Überbegriff sämtliche Infrastruktureinrichtungen für Gebäude aller Art. Innerhalb der TGA sind Heizung und Kühlung die zwei grundlegenden Schwerpunkte. Zurück zu den Wärmesignaturen: Hier kommt die Thermografie ins Spiel. Sie ist ein besonders geeignetes messtechnisches Verfahren, wenn es um die berührungslose Prüfung von Anlagen und Bauteilen und die Charakterisierung von Oberflächentemperaturen geht.

Unerwartete Lösungswege

Ohne den zielgerichteten Einsatz einer Wärmebildkamera wäre dieses Problem vielleicht nie gelöst worden. Was war passiert? Der Betreiber einer Photovoltaikanlage erzielte nicht den geplanten Ertrag. Es gab ständig Störungen und Ausfälle. Nach nur einem Jahr Betriebszeit war einer von sechs Wechselrichtern dieser Photovoltaikanlage bereits zweimal durchgebrannt. Die Lösung, die niemand für möglich gehalten hätte, war am Ende ganz einfach. Die unterschiedlich großen Modulstränge in der Anlage wa-

ren von der Installationsfirma nicht auf die dafür vorgesehenen Wechselrichter verschaltet worden. So wurde im konkreten Fall ein kleiner Wechselrichter mit einer zu großen Leistung verschaltet und damit ständig überlastet. Ein fataler Fehler, der nicht nur wirtschaftliche Verluste brachte, sondern auch gefährlich hätte werden können.

Das macht eine der Stärken der Infrarot-Thermografie deutlich: Die berührungslose bildgebende Temperaturmessmethode ermöglicht die zuverlässige Ortung und Quantifizierung thermischer Auffälligkeiten eines Messobjekts. Für die menschlichen Sinne bleibt die Welt der Wärmestrahlung größtenteils verborgen, anders als manchem Tier, beispielsweise den Schlangen. Während der für unsere Augen sichtbare Spektralbereich bei Wellenlängen zwischen 380 und 780 nm liegt, spricht man für den Bereich zwischen 800 und 14.000 nm vom thermischen Infrarot. Die moderne Technik in Form sogenannter Mikrobolometer-Kameras nutzt diesen Wellenlängenbereich. Sie macht es nun auch dem Menschen möglich, das eigentlich Unsichtbare sichtbar zu machen. Erste sogenannte Quantendetektoren wurden bereits in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelt. Einen großen Entwicklungsschub gab es dann in den 50/60er Jahren durch militärische Anwendungen, wie den Infrarot-Zielsuchköpfen für Raketen. Praxistaugliche Geräte in handhabbarer Form gibt es zu

bezahlbaren Preisen erst seit etwa 15 bis 20 Jahren. Aktuelle Infrarot-Kameras für den industriellen Bereich sind in der Lage, Temperaturunterschiede von weniger als 0,05 K aufzulösen. Typischerweise gehen die Messbereiche von etwa $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis zu über $2.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ bei Hochtemperaturanwendungen.

Der Klassiker: die Gebäude-Thermografie

Energieeinsparung und Wärmeschutz sind eine zwingende und auch lohnende Aufgabe. Auf der Suche nach „Wärmebrücken“ leistet eine Wärmebildkamera dabei unschätzbare Dienste. Ob im Altbestand vor der Sanierung oder als Qualitätskontrolle beim Neubau, der energetische Zustand der Gebäudehülle, von Fenstern und Türen, kleinste Temperaturunterschiede können sichtbar gemacht werden. Seriöse Messungen an Gebäuden erfordern aber stets die Beurteilung sowohl des Außen- als auch des Innenbereichs. Praktisch genutzt wird die Thermografie auch in der Denkmalpflege. Unter Putz verborgene Strukturen, wie Fachwerk, können so sichtbar gemacht werden. Die Lage zugemauerter Fenster oder Türen, unterschiedliche Mauerwerksmaterialien, alles das ist für die Thermokamera kein Geheimnis mehr. Ein Feuchteschaden, Undichtigkeiten einer Fußbodenheizung oder eines Flachdaches können unter Ausnutzung einfacher physikalischer Zusammenhän-

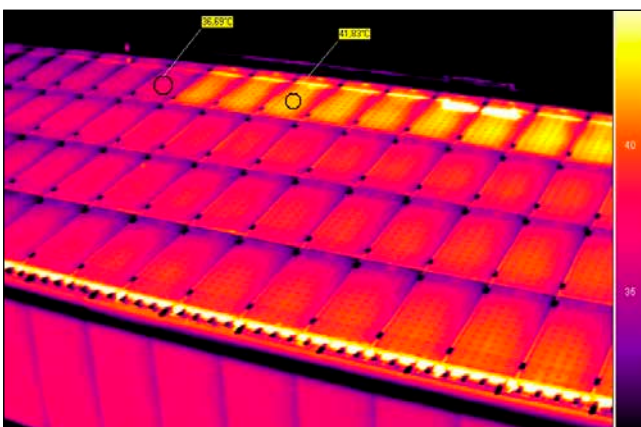


Bild 1: Auf-Dach-Photovoltaikanlage

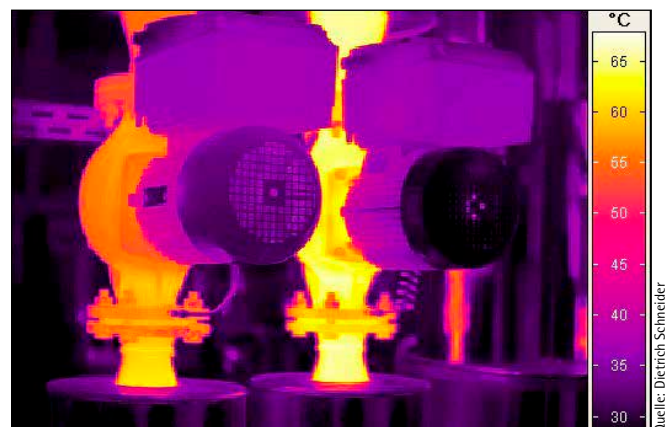


Bild 2: Zwei Pumpen: Rücklauf / Vorlauf

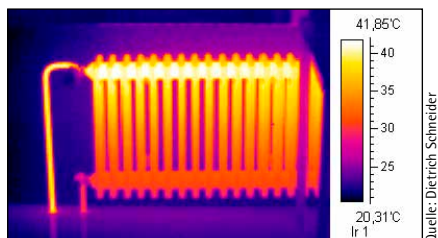


Bild 3: Ein gleichmäßig durchströmter Heizkörper

ge relativ einfach geortet werden. Teure Folgekosten durch Aufstemmen müssten häufig erst gar nicht entstehen. Ein Dübel, an der falschen Stelle gesetzt, kann um vieles teurer werden als die rechtzeitige Zuhilfenahme eines Thermografie-Fachmanns.

Erkennung im Betrieb

Ein weiteres großes Einsatzfeld erschließt sich für die Wärmebildtechnik im Rahmen der technischen Diagnostik und Instandhaltung. Im handwerklichen und industriellen Umfeld liegt der besondere Vorteil darin, dass dies bei laufendem Betrieb einer Anlage passieren kann. Die Infrarot-Thermografie ist eine effektive Methode für die vorbeugende Instandhaltung von Anlagen und Betriebsmitteln. Anhand thermografischer Analysen können, ohne Abschaltung der Anlage, Schäden und Schwachstellen transparent gemacht und frühzeitig erkannt werden. Anlagenausfälle können hierdurch vermieden und Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig geplant werden. Neben dem mobilen Einsatz von Wärmebildkameras gewinnt aber auch die stationäre Prozessüberwachung zunehmend an Bedeutung. Ob zur Temperaturüberwachung eines Schmelzofens oder zur vorbeugenden Brandkontrolle einer Mülldeponie, hier überall kann die Infrarot-Messtechnik ihre besonderen Vorteile ausspielen. Völlig unabhängig von Tages- und Nachtzeit oder Wetter und auch vollautomatisch arbeitend.

Ein entscheidender Vorteil beim Einsatz einer Wärmebildkamera liegt auch darin, dass man ein Messobjekt über große Entfernungen von mehreren hundert Meter detektieren kann. Gefährliche Objekte, z.B. rotierende Anlagenteile oder Anlagen unter Hochspannung, können aus sicherer Entfernung gefahrlos vom Thermografen begutachtet werden. Hohe Temperaturen z.B. einer Metallschmelze sind mit einer geeigneten Kamera genauso wenig ein Problem, wie die Suche nach Gaslecks in einer Biogasanlage. Da berührungslos gemessen wird, ist die Kontaminierung von Lebensmitteln wie etwa Gefriergut ausgeschlossen. Empfindliche Oberflächen werden nicht beschädigt, wie dies beim Einsatz

eines Kontaktthermometers unvermeidlich wäre. Die IR-Thermografie ist somit eine unverzichtbare Inspektionshilfe und leistet einen wichtigen Beitrag zur Früherkennung von Schäden.

Medizin und mehr

Einige interessante Gebiete der Thermografie befassen sich mit Anwendungen im Human- bzw. Veterinärbereich. Seit Jahren wird neben der klassischen Mammografie zur Brustvorsorgeuntersuchung an speziellen Kliniken auch die thermografische Methode eingesetzt. Sehr gut sichtbar wird in einer anderen Anwendung die Auswirkung des Nikotingenusses auf die gestörte Durchblutung der Gliedmaßen. Standard in der Veterinärmedizin ist die Untersuchung von Tieren auf Verletzungen und Entzündungen. Die erhöhte Temperatur eines Entzündungsherd lässt sich sehr gut im Thermogramm lokalisieren.

Anwendung nicht banal

Voraussetzung für eine fachgerechte Thermografie ist allerdings eine professionelle Beherrschung der Technik. Ohne einige Grundkenntnisse physikalischer Zusammenhänge erschließt sich die Welt der „bunten Bilder“ nicht wirklich. Die physikalischen Grundlagen stammen dabei von so berühmten Namen wie den Physikern Herschel, Planck, Stefan, Boltzmann und Wien. Ihre Entdeckungen, Forschungen und daraus formulierten Gesetze ermöglichen es, die thermischen Eigenschaften eines Körpers, der eine über dem absoluten Nullpunkt (-273 °C) liegende Temperatur hat, sichtbar zu machen. Im Unterschied zu anderen bildgebenden Verfahren wie Röntgen- oder Ultraschall-Prüfung können allerdings mit der hier besprochenen passiven Thermografie weitgehend nur Oberflächeneigenschaften (Temperaturen) detektiert werden. Aktive Thermografie setzt beispielsweise externe Strahlungsquellen (Blitzlampen u.a) ein, um Strukturfehler in Materialien sichtbar zu machen. Anschaulichstes Beispiel sind die Flügel großer Windkraftanlagen, die in den Anfängen per Röntgenprüfung inspiziert wurden. Die verwendeten glasfaserverstärkten Kunststoffe (GFK) lassen sich heute durch aktive Thermografie sehr effizient und ohne die Gefahr der Strahlenbelastung auf beispielsweise Laminierungsfehler, Einschlüsse usw. prüfen.

Literaturtipp

Wer sich weiterführend mit dem Thema Infrarot-Thermografie befassen möchte, dem sei das Buch zum Thema empfohlen: „Einführung in die praktische Thermografie“¹⁾. Zum Inhalt des Buches

gehört deshalb auch eine Besprechung einiger grundlegender Begriffe der Thermodynamik. Wie funktionieren Mechanismen der Wärmeübertragung? Wieso erkenne ich die Lage des Fachwerks in der eigentlich verputzten Wand? Um die Funktionsweise einer Thermokamera zu verstehen, ist aber ebenso ein Ausflug in die Optik nötig. Wie in jeder Digitalkamera sind Linsensysteme verbaut, nur eben für infrarote Strahlung durchlässig. Um eine konkrete Messaufgabe lösen zu können, muss die minimale geometrische Auflösung der Kamera beachtet werden. Auch die korrekte Interpretation der erzeugten Thermogramme setzt die Beachtung optischer Gesetze voraus. Sehe ich einen wirklichen „Hotspot“ (beispielsweise eine Wärmebrücke) oder nur die reflektierte Temperatur eines anderen Körpers? Der größte Teil des Buches widmet sich der speziellen Gerätetechnik einer IR-Kamera. Was hat es mit dem Emissionsgrad auf sich? Was ist eine Umgebungsstrahlungstemperatur? Welchen Einfluss haben Level und Span auf die Aussage eines Thermogrammes? Was sollte ein korrekter Bericht für den Auftraggeber enthalten? Ein Hinweis auf die in Deutschland verfügbare Literatur und die wichtigsten Vorschriften zum Fachgebiet finden sich im Anhang.

Fußnoten

- 1) Dietrich Schneider, Shaker-Verlag; ISBN 978-3-8440-6571-8
- 2) www.vath.de

ZUM AUTOR:

► **Dietrich Schneider**
zertifizierter Thermograf Industrie-Thermografie Stufe 3 (Z-SC-23906/IT), Hochschule Ansbach, Labor „Technische Diagnostik, Instandhaltung und Zuverlässigkeit“

www.media-4-biz.de
www.hs-ansbach.de/bachelor/angewandte-ingenieurwissenschaften/

Qualifizierte Ausbildung notwendig

Fachkundige Thermografen verfügen über Kenntnisse, die sie durch eine Ausbildung erhalten haben. Lassen Sie sich deshalb entsprechende Zertifizierung zeigen, bevor Sie einen Auftrag vergeben. Hilfestellung kann dazu der „Bundesverband für Angewandte Thermografie“ (VATh)²⁾ geben. Neben verschiedenen Richtlinien zum kostenlosen Download (z.B. Bauthermografie) findet sich auf den Internetseiten des Verbands auch eine Mitgliederliste mit den vorhandenen Qualifikationen.