

Infrarotkameras in der Automobilindustrie

Beispiele aus Produktentwicklung und Qualitätssicherung

▶ Wärmebildkameras werden in allen größeren Unternehmen in der vorbeugenden Instandhaltung eingesetzt. Besonders bei der Erkennung von Fehlern in elektrischen Anlagen leisten sie wichtige Dienste. Aber hochwertige Infrarotkameras können viel mehr, als „nur“ thermisch auffällige Kabel, Sicherungen und Schaltschränke enttarnen. Dabei ist aber neben einer hochwertigen Kamera auch spezifisches Know-how beim Anwender notwendig. Dieser Beitrag zeigt Beispiele aus der Produktentwicklung und der Qualitätssicherung, die das deutlich machen.

Bei den Messgrößen, die optisch dargestellt werden, denkt man vielleicht nicht sofort an die Temperatur. Aber längst wird Wärme nicht mehr nur punktuell gemessen, sondern mit Infrarotkameras in – auch ästhetisch ansprechenden – Falschfarnebildern dargestellt.

Wie funktioniert Thermografie?

Die Thermografie nutzt das Licht einer Wellenlänge, die zu groß ist, um vom menschlichen Auge wahrgenommen zu werden – den infraroten Bereich. Das ist derjenige Abschnitt des elektromagnetischen Spektrums, den wir als Wärme wahrnehmen. Im Gegensatz zu sichtbarem Licht strahlt in der Welt des Infraroten jedes Objekt Wärme ab, dessen Temperatur über dem absoluten Nullpunkt liegt. Daher geht sogar von sehr kalten Gegenständen wie z.B. Eiswürfeln infrarote Strahlung aus. Je höher die Temperatur eines Objekts ist, desto intensiver ist die von ihm abgegebene Infrarotstrahlung. Im Infraroten können wir Dinge erkennen, die sonst für unsere Augen nicht sichtbar sind.

Infrarotkameras erzeugen Bilder der unsichtbaren Infrarot- bzw. Wärmestrahlung und ermöglichen damit präzise berührungslose Temperaturmessungen. Fast jede technische Komponente wird heiß, bevor sie ausfällt. Infrarotkameras zeigen diese Probleme frühzeitig und werden dadurch zu einem extrem kosteneffizienten und

DIE AUTOREN

PETER SMORSCEK

Peter Smorscek (Dipl. Übersetzer, Dipl. Slaw. Phil), 1963 in Belgien geboren, wechselte vom Journalismus in den Marketing- und Kommunikationsbereich, überwiegend im B2B-Sektor. Seit 2005 schreibt und koordiniert er Anwendungsartikel für das Europäische Marketing von FLIR Systems und textet als Applications Manager EMEA dort die Marketing-Unterlagen.



Peter Smorscek
Applications Manager EMEA
FLIR Systems GmbH
Berner Straße 81
60437 Frankfurt am Main
Tel.: +49 (0)69 9500-900
Fax: +49 (0)69 9500-9040
E-Mail: peter.smorscek@flir.de
Website: www.flirthermography.de

FRANK LIEBELT

Frank Liebelt (MA), Jahrgang 1968, beschäftigt sich als freier Journalist mit Themen wie Thermografie, Bildverarbeitung und Messtechnik. Nach dem Studium arbeitete er für verschiedene PR- und Werbe-Agenturen im B2B-Bereich. Seit Ende 2006 ist er Geschäftsführer der ABL Werbung & PR Service.



Frank Liebelt
ABL Werbung
Königsteiner Str. 111
65929 Frankfurt
Tel.: +49 (0)69 501717
Fax: +49 (0)69 501767
E-Mail: frankliebelt@ablwerbung.de
Website: www.ablwerbung.de

MICHAEL JENS WANDEL

Michael Jens Wandelt, Jahrgang 1960, baute nach seinem Maschinenbaustudium eine Fachgruppe für Elektronikstandsetzung des Heeres mit auf und arbeitete bis 1997 als wissenschaftlicher Assistent an der Universität der Bundeswehr Hamburg mit Forschungsschwerpunkt Infrarotmesstechnik und Bildverarbeitung. Seit 1998 ist er Geschäftsführer der AT-Automation Technology GmbH, die Hard- und Softwareprodukte für die Infrarotbildverarbeitung und komplette Automatisierungs- und Sonderlösungen entwickelt und vermarktet.



Dipl. Ing. Michael Jens Wandelt
AT - Automation Technology GmbH
Technologiepark 24
22946 Trittau
Tel.: +49 (0)4154 98980
Fax: +49 (0)4154 989820
E-Mail: info@automationtechnology.de
Internet: www.automationtechnology.de

INFO

Infrarot-Forum bei Audi

Eine Initiative, die die Wichtigkeit der Thermografie unterstreicht, ist das konzernübergreifende Infrarot-Forum bei Audi. Etwa dreißig Infrarotkamaspezialisten aus den jeweiligen Standorten treffen sich regelmäßig, um sich über den Einsatz von thermografischen Anwendungen im Bereich der Innenraumgestaltung, Forschung & Entwicklung, vorbeugender Instandhaltung oder der Produktion auszutauschen. Die unterschiedlichen Abteilungen und Einheiten verfassen ihre eigenen Listen detaillierter Emissionswerte, die bei der Ermittlung einer genauen Temperatur unentbehrlich sind. Sie tauschen Techniken und Tipps aus, um die Probleme der Reflektion der Metallteile anzugehen. Dieses Wissen fließt in eine Datenbank und somit in das Wissensmanagement des Volkswagen Konzerns ein. Alle Infrarotkamerabediener bei Audi haben die Kurse des Instituts ITC (Infrared Training Center) besucht und sind als Level 1 Thermographer anerkannt.

wertvollen Instrument, das in den verschiedensten Anwendungsfällen zum Einsatz kommen kann. Angesichts der Tatsache, dass sich die Unternehmen heute sehr darum bemühen, ihre Produktionsprozesse effizienter zu gestalten, den Energieverbrauch zu senken, die Produktqualität zu verbessern und die Sicherheit am Arbeitsplatz zu erhöhen, ergeben sich ständig neue Anwendungsmöglichkeiten für Infrarotsysteme.

Ungezählte Einsatzbereiche

Die ständig verbesserte Infrarottechnologie führt zu besseren, aussagekräftigeren Ergebnissen in allen wichtigen Einsatzbereichen, z.B. in der einfachen Erkennung von Schwachstellen (Kurzschlüssen, Überhitzungen etc.) in der Elektrik, der Durchführung schneller Inspektionen und der Verhinderung von Schäden – branchenübergreifend, ob für Infrarotuntersuchungen von elektrischen Komponenten oder mechanischen Bauteilen, im Bausektor, der Automation oder bei der Untersuchung von Produktionsanlagen. Selbst in Forschung und Produktentwicklung finden hochspezialisierte Infrarotkameras mittlerweile immer öfter Einsatz, so z.B. bei der Entwicklung von Elektronik-Boards, in der Automobilentwicklung – sogar beim Design von hochwertigen Sportschuhen wurden mittlerweile Infrarotkameras eingesetzt.



ABB. 1: Schäumwerkzeug für die Produktion von Instrumententafeln im Auto. Bei der Produktion können im Schaum größere oder kleinere Gaseinschlüsse auftreten.

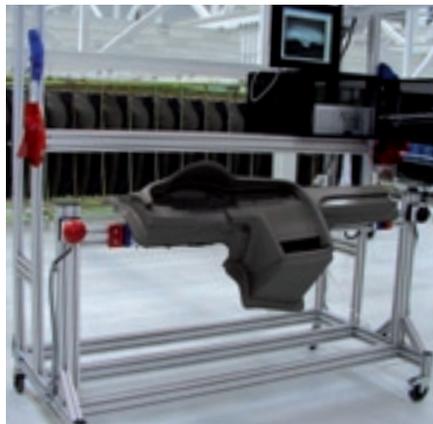


ABB. 2: Das Prüfsystem DashboardCheck – hier auf einem mobilem Gestell für den flexiblen Einsatz in der Produktion – detektiert zuverlässig Gaseinschlüsse in der Schaumschicht.

Was leisten Infrarotkameras?

In den letzten Jahren war der Fortschritt rasant – bei fallenden Preisen. Infrarotkameras werden ständig besser: Selbst Einstiegsmodelle sollten mittlerweile intelligente Messfunktionen besitzen, kleinste Unterschiede von ca. einem Zehntel Grad Celsius erkennen, leicht und handlich sein und auf wechselbaren Speicherkarten hunderte vollradiometrischer Bilddateien (JPEGs) speichern können. Vollradiometrisch bedeutet, dass jeder einzelne Bildpunkt mit einem exakten Temperaturwert hinterlegt ist. Diese absolute Temperatur kann auch noch Jahre nach der Infrarotaufnahme für jeden beliebigen Pixel der gespeicherten Datei exakt abgelesen werden.

Die Spitzenmodelle unter den hochwertigen Thermografie-Kameras bieten heute komfortable Berichtserstellungsfunktionen,

die auch kleinste Veränderungen durch Vergleiche mit älteren Aufnahmen ermöglichen, verfügen über hohe Auflösungen und Bildfrequenzen, können mit Wechselobjektiven für verschiedenste Anwendungen optimiert werden und besitzen eine Videokamera für Realbilder zum Vergleich. Spezialmodelle für die Bauthermografie, die Detektion von Gasen oder für Hochgeschwindigkeitsaufgaben in F&E sind ebenso erhältlich wie einfache Einstiegsmodelle für Handwerker in Elektrik und Bau oder Energieberater.

Prüfung von Instrumententafeln

Eine Instrumententafel im Auto ist häufig in drei Materiallagen aufgebaut: Träger, Schaumschicht und Formhaut aus Leder oder Kunstleder. Bei der Produktion können im Schaum größere oder kleinere Gaseinschlüsse auftreten (Abb. 1). Wird die Instrumententafel durch Sonneneinstrahlung erwärmt, so bilden sich an den Stellen mit Gaseinschlüssen Aufwölbungen in der Formhaut. Dadurch leidet die Optik der Instrumententafel als „gesichtsgebendes Element“ eines Fahrzeugs erheblich. Kundenreklamationen mit entsprechenden Kosten und Imageverlust können die Folge sein. Um dies zu vermeiden, bemühten sich die Hersteller bisher bei der Qualitätskontrolle, Gaseinschlüsse durch händisches Abtasten zu finden. Bei diesen rein manuellen Stichprobenkontrollen bleiben jedoch viele Fehler unentdeckt.

Das von Automation Technology entwickelte Prüfsystem DashboardCheck bietet erstmals die Möglichkeit einer zuverlässigen

ABB. 3: Ergebnisbild mit markierten Gaseinschlüssen. Das Prüfsystem DashboardCheck arbeitet dabei vollkommen berührungslos und zerstörungsfrei.

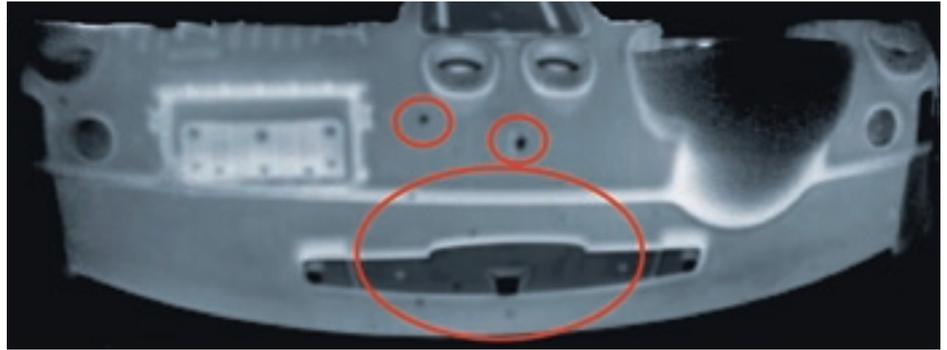


ABB. 4: Industrielle Infrarotkameras eignen sich auch, um Spritzguss-Prozesse zu optimieren. (a) Formteil mit zu geringer Temperatur und dadurch unzureichendem Druckverhalten „zu kurz“, (b) Realbild/Tageslichtbild und (c) Formteil nach thermischer Optimierung Formteillänge „im Toleranzbereich“.

100%-Qualitätskontrolle (Abb. 2). Gaseinschlüsse in der Schaumschicht werden sicher detektiert. Das Prüfergebnis wird als Bild ausgegeben, wobei sich Fehler in der Schaumschicht mit deutlichem Kontrast abheben (Abb. 3). Das System arbeitet dabei vollkommen berührungslos und zerstörungsfrei.

DashboardCheck basiert auf einer Infrarot-Bildverarbeitung. Innerhalb des Systems wird eine hochauflösende Kamera mit ungekühltem Mikrobolometer Detektor von FLIR Systems eingesetzt (bisher ThermoVision A40, jetzt A320G). Auf Grund ihrer hohen Zuverlässigkeit garantieren diese Kameras einen störungs- und wartungsfreien Betrieb über Jahre im industriellen 24-Stunden-Dauereinsatz. Mit einem 45°-Weitwinkelobjektiv ausgestattet, ist die Kamera in der Lage, die gesamte Oberfläche der Instrumententafel bei einem möglichst geringen Abstand zu erfassen und zu prüfen.

Für die Messung werden speziell entwickelte Infrarot-Bildverarbeitungsverfahren eingesetzt, die das unterschiedliche Abkühlverhalten von mit Gasblasen behafteten und fehlerfreien Bereichen ausnutzen. Das Verfahren nutzt entweder die Restwärme des Schaums nach Entnahme des Bauteils aus der Form oder man fügt dem Bauteil nachträglich thermische Energie zu.

Selbstverständlich beinhaltet das System vielfältigste Funktionen für die Auswertung, Speicherung, Archivierung und Dokumentation der Prüfergebnisse. Damit stehen extrem

leistungsfähige Hilfsmittel für die Qualitätssicherung, die Prozesskontrolle und damit der Prozessoptimierung zur Verfügung.

Gerade wegen der hohen Zuverlässigkeit und der vielfältigen Vorteile schreiben bereits führende Automobilherstellern den Zulieferern vor, ihre Bauteile einem Test durch DashboardCheck zu unterziehen.

Optimierung von Spritzguss-Prozessen

Industrielle Infrarotkameras eignen sich auch, um Spritzguss-Prozesse zu optimieren. Die Qualität von Plastikteilen hängt wesentlich von einem sauberen, fehlerfreien Spritzguss-Prozess ab. Die Automobilproduktion erfordert nicht nur eine gleichbleibende Qualität, sondern auch eine Fehlertoleranz, die nahe Null liegt. Bei gleichen Anforderungen werden die Bauteile aber immer komplexer. Die Qualität der Spritzgussteile hängt dabei maßgeblich von einer gleichmäßigen Temperaturverteilung und einem gleichmäßigen Abkühlen ab. Dieser Prozess stellt die Ingenieure und Techniker vor eine besondere Herausforderung.

Um den Abkühlungsprozess direkt nach dem Spritzguss zu beobachten erwiesen sich Infrarotkameras als ideales Werkzeug. Sie visualisieren Probleme, die bei der Modellierung der Form nicht bedacht wurden – insbesondere bei Teilen mit komplexen geometrischen Formen (Abb. 4). Zusätzlich ermöglichen thermografische Daten den

Ingenieuren die Anpassung von Variablen wie dem Flussvolumen und dem Kühlungszyklus. In einigen Fällen kann die konstante thermografische Beobachtung der Herstellung von Prototypen zu konstruktiven Änderungen der Form führen. Das spart Kosten für die Modellerstellung und entsprechende Tests.

„Das Fehlen einer thermischen Gleichmäßigkeit ist der Hauptgrund für Produktfehler“, erklärt Willi Steinko, Inhaber von GTT, einem Ingenieurbüro, das sich auf die Optimierung von Spritzgussprozessen spezialisiert hat. „Infrarotkameras eignen sich perfekt, um das zu beobachten, wenn sie einfach zu bedienen sind, gut in der Hand liegen, über gute Bildqualität verfügen (320×240 Pixel/Infrarotbild), sowie eine Realbildkamera, eingebaute Messfunktionen und eine gute Analysesoftware vorweisen können.“ Steinko verwendet eine 320×240 Pixel Infrarotkamera von FLIR Systems und liefert seinen Kunden verständliche Berichte dank der ThermoCAM Reporter Auswertungssoftware (Abb. 5).

Wärmebilder sind ein kostengünstiger, effizienter Weg thermodynamische Prozesse zu beobachten und Kühlungszyklen von Teilen und Komponenten für die verschiedensten Industriebereiche zu optimieren. Wie Steinko es sieht: „Der große Vorteil einer Thermografiekamera ist: Ich sehe den Fehler auf dem Werkstück vor der Fertigstellung. Nach der Beschichtung ist es zu spät.“

Thermografie bei Audi

Bereits seit 1998 sind bei der Audi AG Wärmebildkameras im Einsatz. In der Aggregatentwicklung setzt der Automobilhersteller die Technologie von Anfang an konsequent ein (Abb. 6). Dabei kommen sowohl hochempfindliche Langwellen-, als auch Kurzwellenkameras zum Einsatz. Kurzwellenkameras werden für die Erfassung hoher Temperaturen bis 2000°C eingesetzt.

In der Aggregatentwicklung in Ingolstadt sind etwa 700 Versuchingenieure tätig. Jedes Teil, ob einfach wie Antriebsriemen oder komplex wie Turbolader und Katalysator, wird ausführlich getestet, bevor es zur Produktion zugelassen wird. „Der thermografische Katalysatortest ist eine Kunst für sich“, sagt Norbert Arnold, Verantwortlicher für Thermografie in der Aggregatentwicklung bei Audi. „Wir müssen auf die gleichmäßige Verteilung der Hitze bei sehr extremen Temperaturen achten. Dank der Bildfrequenz von 50 MHz des kurzwelligen Kameragerätes gelingt es uns, auch das zu visualisieren.“ (Abb. 7a)

Auch am Motorenprüfstand wird eine Wärmebildkamera eingesetzt. Neue Aggregate werden präzise auf Wärmeentwicklung, Wärmedistribution oder zur Bestimmung des Ausfallpunktes untersucht. Besonders wertvoll sind die Visualisierungen der Ablaufzyklen während des Testlaufs auch bei anderen Bauteilen (Abb. 7b). Laut Arnold werden sie von den Entwicklungingenieuren besonders geschätzt.

Ebenfalls per Infrarotkamera testet Audi auch Materialien für die Innenausstattung wie Leder, Holz und Kunststoffe auf Verschleiß und Resistenz, teilweise unter extremen klimatischen Bedingungen (Abb. 7c), aber auch die Hitze-Entwicklung und den Rollwiderstand von Reifen (Abb. 7d). Eine ausgezeichnete Temporauflösung und Messgenauigkeit der Infrarotgeräte sind bei sämtlichen Messungen eine unabdingbare Voraussetzung. Eine regelmäßige Wartung der Kameras garantiert zudem genaue Messungen sowie den ununterbrochenen reibungslosen Einsatz der Geräte.



ABB. 5: Plug & Play: Mit der Infrarotkamera für Festinstallationen Thermo-Vision A320 von FLIR Systems lassen sich thermodynamische Prozesse effizient beobachten und Kühlungszyklen von Teilen und Komponenten optimieren.



ABB. 6: Bereits seit 1998 sind bei der Audi AG Wärmebildkameras im Einsatz – hier ein Infrarotkamera-Aufbau vor dem Test auf der Straße.

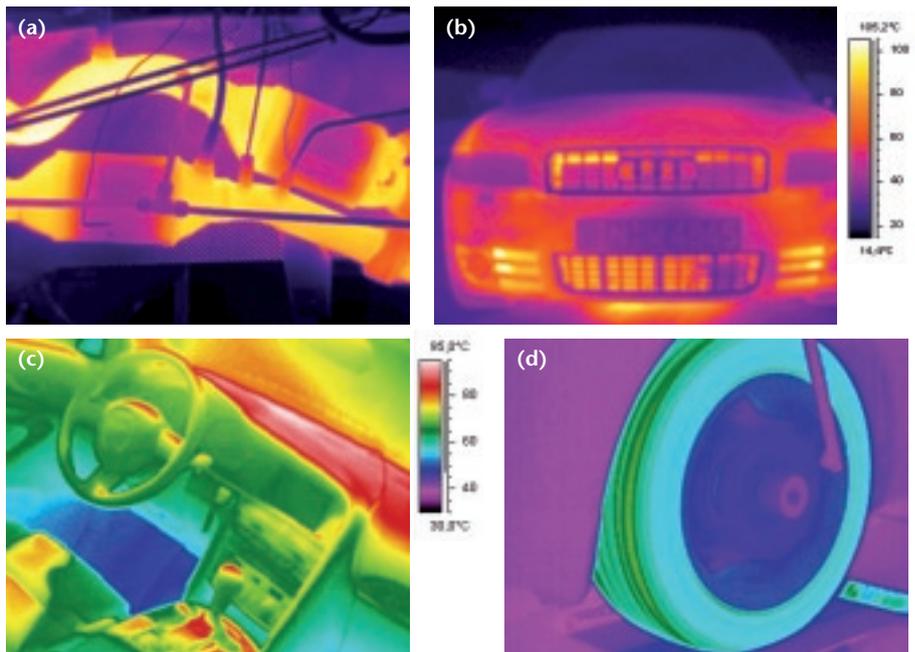


ABB. 7: Messergebnisse in Form von Wärmebildern sind leicht zu interpretieren: (a) Katalysatortest – eine Infrarotkamera achtet auf eine gleichmäßige Verteilung der Hitze bei extremen Temperaturen, (b) Infrarotbild einer Audi-Frontpartie, (c) Infrarotbild einer Instrumententafel und (d) Hitze-Entwicklung und Rollwiderstand von Reifen.