

# Thermografie zur Qualitätssicherung

Automatisierte Infrarot-Thermografie zur Temperaturmessung in Industrieprozessen



**In komplexen Industrieprozessen ist Qualitätssicherung und stetige Prozessoptimierung unerlässlich. Führende Unternehmen setzen auf zertifiziertes Qualitätsmanagement, um auch in frühen Phasen der Entwicklung neuer Herstellungsverfahren Kriterien der Qualität und Umweltverträglichkeit zu berücksichtigen. Die Firma InfraTec GmbH entwickelte zusammen mit der Kirchhoff Automotive GmbH eine Thermografie-Automationslösung zur hundertprozentigen Produktqualitätskontrolle beim Presshärten.**

Die Kirchhoff Automotive GmbH in Iserlohn mit Kerntechnologien im Metallstrukturbereich von Automobilen stellt extrem hohe Qualitätsansprüche an ihre Produkte und setzt konsequent das Null-Fehler-Prinzip um. „Wir führen Verfahren ein, die die Wirksamkeit unserer Qualitäts- und Umweltpolitik und der entsprechenden Maßnahmen kontrollieren und gewährleisten. In internen Audits stellen wir eventuell auftretende Abweichungen von der Qualitäts- und Umweltpolitik fest und erarbeiten Maßnahmen zur Erreichung der von uns gesteckten Ziele“, lautet eine der Devisen der offiziellen Unternehmenspolitik von Kirchhoff Automotive im Hinblick auf Qualität und Umwelt.

Vorwiegend werden Blechteile für den Automobilbau kalt gepresst und müssen deshalb während des Umformens ausreichende Fließigenschaften aufweisen. Um dennoch die benötigte hohe Stabilität der Pressgüter zu erzielen, stehen verschiedene Ansätze zur Verfügung. Entweder weist das Blech eine entsprechende Dicke auf, oder das Teil wird im Zuge des Pressvorgangs mit versteifenden Strukturen versehen oder aber die Festigkeit wird bei einer geringen Blechdicke mittels Härten erreicht. Die für das Härten erforderliche Gefügeänderung wird durch eine definierte Abkühlung des zuvor erwärmten Materials bewirkt. Das Umformen von bereits gehärtetem Blech ist schwer realisierbar, da auf Grund der resultierenden Federwirkung große Toleranzen entstehen.

Eine Alternative ist die Kombination aus Formen und Abkühlen während des Pressvorgangs – das Presshärten. Es vereint beide Vorteile: bruchfreies Umformen und Erhöhung der Festigkeit. Die so hergestellten Teile sind gegenüber der konventionellen Herstellung bei gleicher Festigkeit leichter. Pressgüter wie Achsteile, Träger und Aufhängungen aus einer Warmumformung, die in kritischen Bereichen

# Thermografie zur Qualitätssicherung

Automatisierte Infrarot-Thermografie zur Temperaturmessung in Industrieprozessen

eines Fahrzeugs eingesetzt werden, müssen besonders sorgfältig geprüft werden. Daher setzt Kirchhoff Automotive die Thermografie als vollständige prozesssynchron durchführbare Temperatur-Messung bereits in der Produktion ein, um die geforderte Bauteilqualität abzusichern.

## Einsatz der Thermografie zur zerstörungsfreien Prüfung

Stichprobenartige, berührende Temperaturmessungen mit Kontaktthermometern oder auch berührungslose Messungen mithilfe eines Pyrometers während des Herstellungsprozesses ermöglichen keine komplette Überwachung des erforderlichen Abkühlvorgangs am Gesamtbauteil. Die Alternative der nachträglichen „zerstörenden Prüfung zur Ermittlung der mechanischen Kennwerte“ ist laut Betriebsleiter Timo Müller „mit Kosten und Wartezeit verbunden“, die keinen optimalen Herstellungsprozess gewährleisten.

Auf dem Gebiet der Materialprüfung bietet die Thermografie eine sichere und effiziente Lösung. Als flächenhaftes, berührungsloses und automatisiertes Messverfahren ist sie in der Lage, in Echtzeit Thermogramme zu erfassen und diese anhand definierter Schwell- und Grenzwerte zu bewerten sowie zu dokumentieren. Für Kirchhoff Automotive besteht der Vorteil der Thermografie insbesondere darin, „eine schnelle Qualifizierung von thermischen Fehlstellen in weniger als einer Sekunde im laufenden Betrieb der Anlage zu erhalten, ohne dass eine Beeinflussung der pressgehärteten Bauteile erfolgt“, bestätigt Betriebsleiter Timo Müller. Durch die äußerst zuverlässige Bewertung der Messergebnisse erfolgt das Aussortieren fehlerhaft produzierter Teile sowie die daraus resultierende nötige Prozessoptimierung. Nachträgliche umfangreiche Analysen der Thermogramme sind mit einer spezialisierten Thermografie-Auswertesoftware, der IRBIS® 3 professional von InfraTec, auf jedem Computer durchführbar.

## Spezielle Kundenanforderungen erfordern individuelle Lösungen

Der Prozess der Pressteilherstellung stellt sich im konkreten Anwendungsfall grundsätzlich wie folgt dar: Vor einer Presse werden Blechteile in einem Durchlaufofen erwärmt und während eines Pressvorgangs definiert abgekühlt. Die damit erzeugten mechanischen Eigenschaften sind maßgeblich für den Einsatz an Fahrwerksteilen im Automobilbau. Die beim Abkühlen entstehende Wärmemenge wird über eine steuerbare Flüssigkeitskühlung entzogen. Um die ausgangsseitigen Temperaturen des Pressguts überwachen und steuern zu können, wird eine Thermografie-Kamera eingesetzt.

Diese maßgeschneiderte Automationslösung wurde von InfraTec, basierend auf ihren langjährigen Erfahrungen bei der Anwendung der Infrarot-Thermografiertechnik in den verschiedensten Industriesparten, in das bestehende Produktionssystem integriert. Der Planung eines Messprojektes geht immer die intensive Analyse der Prüfsituation voraus. Ausgangspunkt für die Realisierung der kundenindividuellen Lösung ist das von InfraTec entwickelte Baukastensystem zur Thermografie-Automation. Bestehend aus Thermografiekamera-, Übertragungs-, Anzeige-, Interface-, Industrie-PC- und Software-Komponenten ermöglicht es auf der Basis erprobter Bausteine den flexiblen Zuschnitt auf die konkreten Anforderungen. Prozesswärmebasierte Thermografie-Automationslösungen bauen größtenteils auf kompakte und sehr robuste, ungekühlte Mikrobolometer-Kameratechnik auf.

Ein entscheidendes Kaufkriterium von Kirchhoff Automotive für die Automationslösung von InfraTec war laut Betriebsleiter Timo Müller die „flexible Lösung aus einer Hand“ und die effiziente „Möglichkeit der Erstellung von Wärmebildern in Echtzeit“. Bei Kirchhoff Automotive erfolgt die Messung der Prozesswärme berührungslos, d. h. außerhalb der Presse, mit einer durch einen Industrie-PC gesteuerten Thermografie-Kamera VarioCAM® hr head im langwelligen Spektralbereich (7,5 ... 14)  $\mu\text{m}$ . Mit dem aktuellen Arbeitsabstand der Kamera wird eine Fläche von ca. (2 x 2) m erfasst. Die geometrische Auflösung von (640 x 480) IR-Pixeln detektiert dabei Objekte mit einer Mindestgröße von 4 mm. Im beschriebenen Warmumformungsprozess wird das Blechteil von einem Greifer für die Dauer der Messung über der Kamera positioniert. Die Wiederholgenauigkeit der Greifer-Mechanik ist so ausgelegt, dass die Blechteile mit nur minimalsten Abweichungen ausgerichtet werden. Durch diese Positionierungsgenauigkeit ist eine einfache Vergleichsmöglichkeit mit einem als Muster hinterlegten Referenzbild bis hin zur Berechnung der

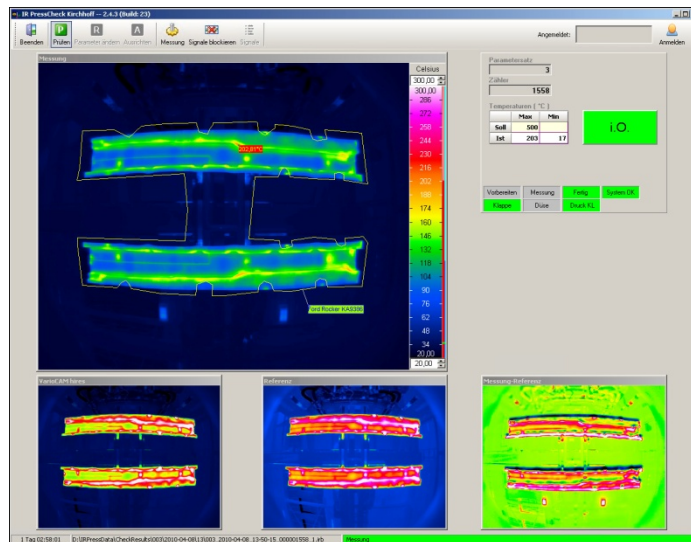
## Thermografie zur Qualitätssicherung

Automatisierte Infrarot-Thermografie zur Temperaturmessung in Industrieprozessen

flächenhaften Temperaturdifferenz-Verteilung gegeben. Die Einhaltung von prozessspezifischen Temperaturgrenzen wird über eine softwaretechnische Auswertung der erfassten Thermogramme sichergestellt. Wenn beispielsweise in einem zuvor definierten Bereich des Formteils eine höhere Temperatur gemessen wird, ist die erforderliche mechanische Festigkeit durch ausreichend ausgebildete Gefügestrukturen nicht gegeben und dieses Pressteil wird automatisch aussortiert. Der Ablauf der Messung wird durch einen Industrie-PC gesteuert, welcher an das übergeordnete Prozessleitsystem der Presse angekoppelt ist und von dort mit Informationen zum Prozessablauf versorgt wird. Die speziell an die Kundenanforderungen angepasste Thermografie-Software IRBIS<sup>®</sup> 3 organisiert den Messablauf und wertet digitale Bilddaten der Thermografie-Kamera aus. Die Ergebnisse werden dem Leitsystem des Produktionsprozesses im Taktzyklus der Presse übergeben. Es können verschiedene Pressformen verwaltet und deren zugehörige Messungen ausgewertet und protokolliert werden. Dies gewährleistet einen universellen Einsatz des Messsystems für die verschiedenen auf dieser Anlage laufenden Aufträge.



**Abb. 1:** Steuer- und Auswerteeinheit zur Bedienung der Kamera an der Presse und Übermittlung der Auswertung an die Pressensteuerung



**Abb. 2:** Auswertesoftware IRBIS<sup>®</sup> 3 zur Echtzeit-Darstellung von Thermogrammen aus verschiedenen Quellen (aktuelle Messung, Live-Bild, Referenz, Differenz) im automatischen Prüfmodus

### Automatisierte Thermografie-Messverfahren für hohe Zuverlässigkeit

Besonderes Augenmerk bei der Realisierung dieses Thermografie-Qualitätssicherungssystems wurde auf dessen Zuverlässigkeit gelegt. Dazu sind wichtige Komponenten mit Überwachungs- und Auto-Reaktivierungs-Vorkehrungen versehen. Nur die konsequente Umsetzung von Maßnahmen zum Gewährleisten des Dauerbetriebs ermöglicht eine durchgängige Produktion. Verschleißteile sind auf ein Minimum reduziert und in kürzester Zeit austauschbar. Eine Klimatisierung der Auswerteeinheit sorgt bei Temperaturschwankungen für eine stabile Prozessumgebung. Zum Schutz des Messgerätes, der Wandlerkomponenten und Sensoren im Messkopf an der Presse wurden diese in ein Edelstahlgehäuse verpackt, welches eine Justage der optischen Achse ermöglicht. Das Gehäuse ist mit einer pneumatisch angetriebenen Schutzklappe versehen, die möglichen Schmutzeintrag auf ein Minimum reduziert. Während der Messung sorgt ein Luftvorhang dafür, dass heißer Zunder von der Linse ferngehalten wird. Ein Luftüberdruck im Kameraschutzgehäuse hält die Komponenten staubfrei und verhindert Stauwärme. Eine Fehlbedienung wird durch eine Nutzerverwaltung mit Passwortschutz und einstellbaren Zugriffsrechten verhindert. Weiterhin lässt der automatisierte Messprozess keine Änderungen an der Parametrierung zu.

# Thermografie zur Qualitätssicherung

Automatisierte Infrarot-Thermografie zur Temperaturmessung in Industrieprozessen

Dadurch können korrekte Einstellungen nicht unauthorisiert verändert werden. Um den bedienerlosen Betrieb des Thermografie-Messsystems zu gewährleisten, ist es möglich, die Software zur Analyse der Messergebnisse automatisch im Prüfmodus zu starten. Qualitätsrelevante Einstellungen wie das Einlernen und Ändern der Formteilverlagen können nur von berechtigten Personen durchgeführt werden. Passend zu jedem Formteil können diese Personen einen Parametersatz anlegen. Dieser wird von der Pressensteuerung zur jeweils aktuellen Produktionsaufgabe herangezogen. Der Parametersatz enthält eine Nummer, ein Referenzbild mit der Messzone und Bewertungskriterien. Dadurch ist gewährleistet, dass bei einer Produktionsumstellung kein manueller Eingriff erforderlich ist und die Messung zuverlässig vom ersten Prüfobjekt an startet. Für diese Parametrierung wird das Pressgut mit einer variablen Software-Schablone maskiert. Dazu wird ein passendes Pressteil thermografisch analysiert. Für eine korrekte Messung ist der Emissionsgrad der Produktoberfläche einstellbar, welcher im Vorfeld ermittelt werden kann.



**Abb. 3:** Edelstahlgehäuse mit pneumatisch angetriebener Schutzklappe zum Schutz des Messgerätes, der Wandlerkomponenten und Sensoren im Messkopf

## Wärmebilder für Null-Fehler-, Qualitäts- und Umweltpolitik

Mit dieser individuellen Automationslösung der Firma InfraTec GmbH hat die Kirchhoff Automotive GmbH ein Verfahren zur Gewährleistung und Kontrolle der Wirksamkeit seiner Qualitätsrichtlinien und entsprechender Maßnahmen eingeführt. Die vollständige automatische Qualitätskontrolle mit hoher Zuverlässigkeit beim Presshärten ist Voraussetzung für den Betrieb der Presse mit maximaler Auslastung. Betriebsleiter Timo Müller bestätigt im Interview, dass das Messsystem „seit zwei Jahren störungsfrei läuft“ und Kirchhoff Automotive „sehr zufrieden mit der Automationslösung und der Zusammenarbeit mit InfraTec“ ist.

Planbare kurze Servicezeiten sorgen darüber hinaus für minimalen Stillstand. Die hohe Anforderung an die Produktqualität der Pressgüter sowie die sichere Handhabung in rauer Umgebung lässt sich mit automatisierten Infrarot-Messlösungen von InfraTec erfüllen. Das Baukastensystem INDU-SCAN bietet die Möglichkeit zur individuellen Gestaltung von steuerbaren Messwertanalysen und Auswertungen. Darüber hinaus ist eine umfassende unabhängige Untersuchung der Thermogramme über die Auswertesoftware IRBIS<sup>®</sup> 3 durchführbar. Mittels der hundertprozentigen Überprüfung der Pressteile werden Folgekosten durch verbaute fehlerhafte Teile wirksam unterbunden. Maßgeblich ist die Rückwirkung der pressenausgangsseitigen Messergebnisse auf die weitere Optimierung des Abkühlvorgangs beim Pressen, um Eigenschaften des jeweiligen Produktes nach Kundenanforderung zu erzielen. Die höhere Akzeptanz

## Thermografie zur Qualitätssicherung

Automatisierte Infrarot-Thermografie zur Temperaturmessung in Industrieprozessen

von hochwertigen Bauteilen im Fahrzeugbau bestätigt die Investition in Produkt- und Prozessoptimierung durch den langfristig gesteigerten Umsatz und die Zertifizierung des Qualitätsmanagement-Systems.

Autor: Dipl. Ing. (FH) Matthias Pooch  
Projektingenieur für IR-Messtechnik und Automation  
InfraTec GmbH  
Infrarotsensorik und Messtechnik

Firmenanschrift: InfraTec GmbH  
Infrarotsensorik und Messtechnik  
Gostritzer Str. 61 - 63  
01217 Dresden

Telefon: +49 351 871-8620  
Fax: +49 351 871-8727  
E-Mail: thermo@InfraTec.de  
Internet: www.InfraTec.de