

# Vier Kameras ermöglichen 100-Prozent-Kontrolle

## Thermografie zur Inline-Prozesskontrolle beim Kunststoff-Serienschweißen

Beim Serienschweißen von Kunststoffen war eine 100 %-Prozesskontrolle bisher mit hohem Aufwand verbunden. Ein neuer Ansatz auf Basis der passiven Thermografie macht es möglich, die Qualität der Schweißnähte direkt im Prozess zu überwachen. Das Verfahren wurde von einem Forschungszentrum entwickelt und in Zusammenarbeit mit einem Hersteller von Kunststofftuben mithilfe von vier Wärmebildkameras in die Realität umgesetzt.

Benjamin Baudrit, Franziska Eichhorn, Eduard Kraus, Christoph Kugler, Christopher Pommer, Dirk Staab

**N**ull Fehler – nicht weniger fordern Kunden heutzutage von ihren Zulieferern. Um diesem Anspruch zu genügen, muss die Qualität der Produkte bei jedem Produktionsschritt überwacht werden. Jedoch waren zugehörige Offline-

Prüfungen im Kunststoffbereich bisher meist zu zeitaufwendig und nicht zerstörungsfrei umsetzbar. Passive Thermografie kann helfen, dem Ziel der 100 %-Prozesskontrolle beim Serienschweißen von Kunststoffen einen Schritt näher zu kom-

men. Einen neuen Ansatz hierfür hat das Kunststoff-Zentrum SKZ mit Hauptsitz in Würzburg im Rahmen eines abgeschlossenen Forschungsprojekts entwickelt und in Zusammenarbeit mit dem Verpackungsspezialisten Tubex GmbH aus Wasungen industriell umgesetzt. Das neue Verfahren nutzt die Wärme der Schweißnaht zur Detektion vorhandener Unregelmäßigkeiten. Die Qualität der Naht wird direkt im Prozess bewertet. Somit ist eine Inline-Prüfung in Form einer Prozessüberwachung realisierbar, und fehlerhafte Bauteile können direkt aussortiert werden.

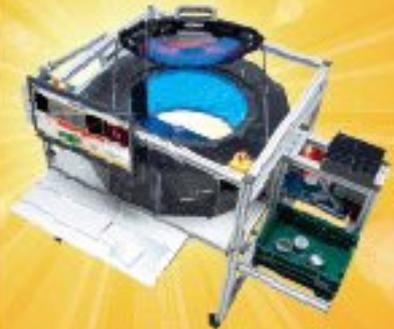
### Echtzeit-Kontrolle mit vier Kameras

In der Anlage der Firma Tubex werden immer zwei Tuben zeitgleich mithilfe zweier Sonotroden geschweißt. Um eine hundertprozentige Überwachung der Tuben zu ermöglichen, muss die komplette Schweißnaht von Thermokameras erfasst werden. Aufgrund der zylindrischen Form der Tuben kommen dazu vier Wärmebildkameras der Firma Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG zum Einsatz (Bild 1). Die kompakten Kameras eignen sich durch ihre geringe Größe für den Einsatz in voll automatisierten Anlagen. Ihre Optik sowie der optimale



Bild 1. Anordnung der vier Kameras in der Ultraschall-Schweißanlage zur Beurteilung der Schweißnähte zur Verbindung von Deckel und Tube (© SKZ)

**ORBITER600**



**360°-Oberflächenkontrolle im Durchlauf**

- im Pressentakt
- kompakte Baugröße
- stumpfe und glänzende Oberflächen
- für Metall- und Kunststoffoberflächen



- 360° Mantelprüfung
- für Erkennung von Dopplungen, Rissen und Zinkabplatzern
- Deckel und Beschnitt (optional)
- bis 100 Teile/min
- für matte und spiegelnde Teile
- ø 30-120 mm, bis 110 mm hoch
- geringer Platzbedarf:  
1,2 m x 1,6 m x 1,6 m (B x L x H)

**INDUSTRIELLE  
BILDVERARBEITUNG  
AUS OFFENBURG**

**Omni Control Prüfsysteme GmbH**  
In der Spöck 10  
77656 Offenburg, Germany  
Tel. +49 781 9914-12  
Fax +49 781 9914-11  
mail@omni-control.de  
www.omni-control.de

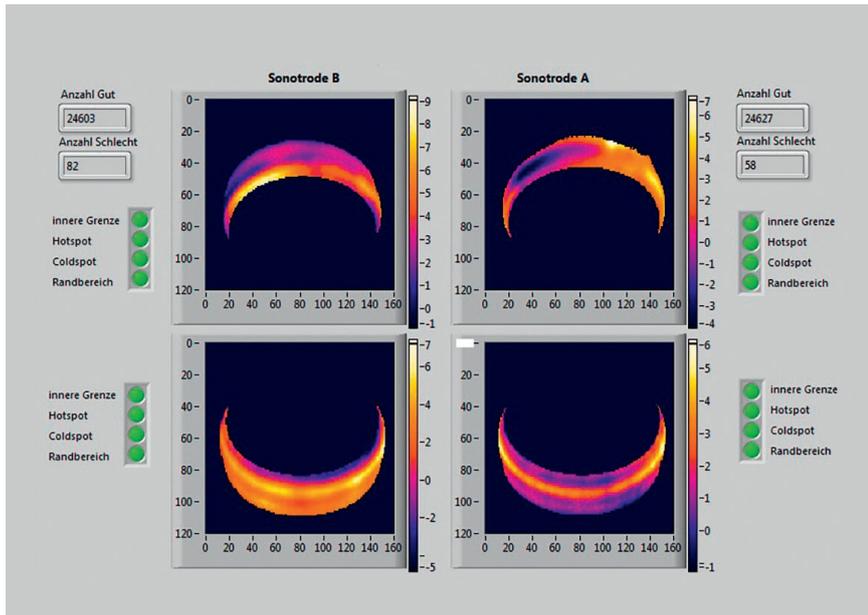


Bild 2. Darstellung der Differenzbilder aller vier Kameras inklusive Ampel-Anzeige zur Beurteilung der Qualität der Schweißnaht sowie Zähler der Gut- und Schlecht-Tuben (© SKZ)

Abstand zur Schweißnaht liefern eine hohe Auflösung. Der Einsatz von vier Kameras stellt jedoch aufgrund der großen Datenmenge und des simultanen Zugriffs auf alle Kameras die Messtechnik und die entsprechende Software vor eine große Herausforderung.

Für eine zuverlässige Schweißprozessbewertung muss in der Produktionsanlage der optimale Ort und Zeitpunkt für die Aufnahme der Messungen ermittelt werden. Da die Schweißanlage mit einem Karussell aus verschiedenen Stationen arbeitet, werden die Messungen takt synchron eine Station nach dem Schweißen durchgeführt. Dieser Ansatz der thermischen Prozessüberwachung ist für das Ultraschallschweißen neuartig. Durch die Positionierung der Kameras ergibt sich ein Zeitversatz zwischen Schweißung und Messung. Die Prozesswärme der Schweißnaht reicht in diesem Fall aus, um den Schweißprozess zuverlässig bewerten zu können.

**Software gibt den Takt an**

Die Kommunikation zwischen der Schweißmaschine und den Kameras stellt eine an die Anlage angepasste Auswertungssoftware sicher. Dafür wurde die Software der

Schweißanlage seitens des Herstellers modifiziert. Die Anlage generiert nun ein Taktsignal, welches an die Messsoftware übergeben wird, um die thermografische Messung auszulösen. Anschließend wertet die Software die Messung aus.

Da die Auswertung der vier Kamerabilder zu langsam für die Taktung der Schweißmaschine ist, wird erst im darauffolgenden Takt eine Rückmeldung an die Schweißanlage gegeben, die angibt, ob es sich um eine Gut- oder eine Schlecht-Schweißung handelt. Dies erfolgt separat für beide Tuben. Die Schweißanlage verarbeitet das Signal und kann somit zu einem späteren Zeitpunkt die fehlerhaften Tuben ausschleusen, damit diese nicht weiterverarbeitet werden (Bild 2).

**Wärmeverteilung verrät die Qualität**

Zur Auswertung der Schweißungen werden Differenzbilder herangezogen. Hierbei wird das aktuelle Thermogramm mit einer hinterlegten Referenzschweißung verglichen (Bild 3). Dabei kommt eine Maskierung der Schweißnaht zum Einsatz, sodass nur der Bereich der Schweißnaht und nicht die Umgebung der Anlage ausgewertet wird. Mithilfe fest definierter Quali- >>>

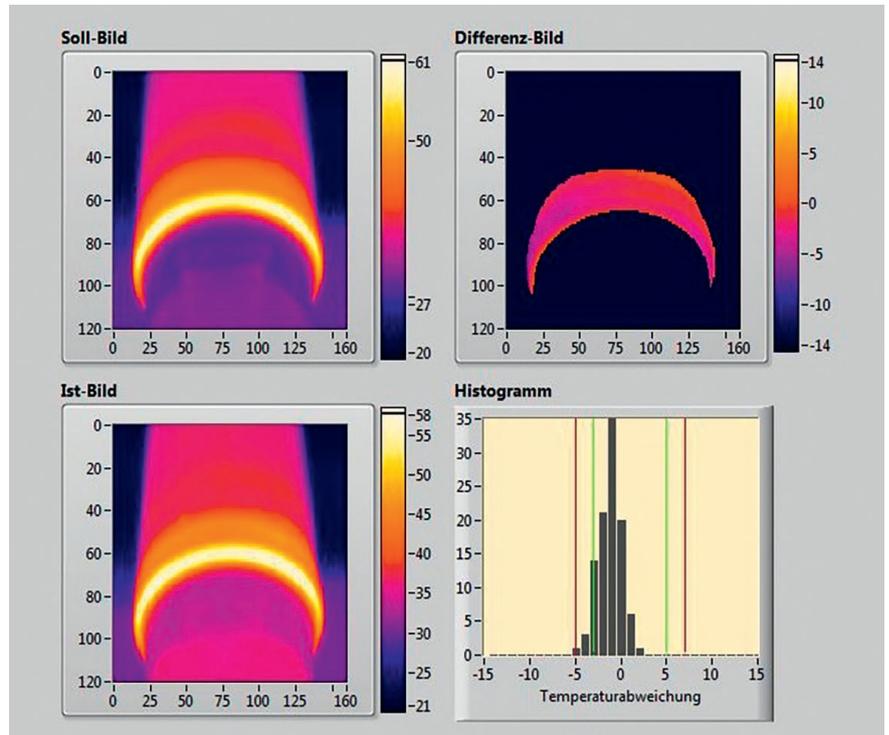


Bild 3. Vergleich von Soll- und Ist-Bild einer Tube, inklusive daraus resultierendem Differenzbild. Das Histogramm stellt die Temperaturverteilung der Pixel des Differenzbilds dar. © SKZ

## INFORMATION & SERVICE

### PROJEKT

Das Projekt „Einsatzmöglichkeit der passiven Thermografie als zerstörungsfreies Prüfverfahren und Qualitätssicherung von thermisch gefügten Bauteilen“ wurde im Auftrag des BMWi von der AiF, Berlin, gefördert (IGF-Projekt Nr.: 17091 N).

### AUTOREN

**Dr. rer. nat. Benjamin Baudrit** ist Bereichsleiter Produkte und Prozesse sowie Fügen und Oberflächentechnik in der Bildung und Forschung des Süddeutschen Kunststoff-Zentrums (SKZ), Würzburg.

**Dipl.-Ing. Franziska Eichhorn** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Geschäftsfeld Spektroskopie in der Bildung und Forschung, ebendort.

**Dr. Eduard Kraus** ist Geschäftsfeldleiter Fügen und Oberflächentechnik in der Bildung und Forschung, ebendort.

**Dipl.-Ing. Christoph Kugler** ist Geschäftsfeldleiter Spektroskopie in der Bildung und Forschung, ebendort.

**Dipl.-Ing. Christopher Pommer** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Geschäftsfeld Fügen in der Bildung und Forschung ebendort.

**Dipl.-Ing. Dirk Staab** ist Leiter der F&E bei der Tubex Wasungen GmbH, Wasungen.

### KONTAKT

Franziska Eichhorn  
T 0931 4104-445  
f.eichhorn@skz.de

tätskennwerte wird anschließend über einen an die Anforderungen der Firma Tubex angepassten Algorithmus entschieden, ob die Qualität der Schweißnaht ausreicht. Dabei werden unter anderem Coldspots und Hotspots in der Schweißnaht sowie deren gleichmäßige Erwärmung zur Bewertung herangezogen.

Eine große Herausforderung stellte die Ermittlung der Qualitätskriterien dar. Dafür wurden Messreihen mit simulierten realistischen Fehlerbildern durchgeführt. Zusätzlich wurden sämtliche Tuben mithilfe der bisher eingesetzten Offline-Prüfung kontrolliert. Anhand dieser Messreihen ließen sich Kriterien ermitteln, die ein zuverlässiges Ausschleusen aller fehlerhaften Tuben ermöglichen. Da die Qualitätskriterien immer stark vom Produkt und der Schweißanlage abhängig sind, sind sie nicht von dem einen in den anderen Prozess übertragbar.

### Einfache Bedienung

Die Bedienoberfläche musste so gestaltet werden, dass jeder Anlagenbediener die notwendigen Eingaben vornehmen kann, ohne Einfluss auf die Qualitätskriterien zu nehmen. So ist es beispielsweise notwendig, bei einer Änderung der Taktzahl der Anlage auch die Referenzschweißung neu

vorzugeben. Dafür wurde eine vereinfachte Bedienoberfläche geschaffen, welche die Handhabung an der Anlage intuitiv ermöglicht. Die Bedienoberfläche zeigt an, ob die aktuelle Tube das Qualitätskriterium erfüllt. Ebenso zeigt eine Auswertung die Bewertung der letzten Tuben an, um so den Qualitätsverlauf der aktuellen Produktionsreihe auf einen Blick zu erfassen.

Inzwischen wurde das Messsystem auch auf einer weiteren Anlage bei Tubex integriert, sodass alle Schweißanlagen dieses Typs nun mit einer 100-Prozent-Prozesskontrolle ausgestattet sind. Die Thermografie hat sich während der industriellen Umsetzung und der daraus folgenden Integration des Messsystems in die Produktionsanlage als sehr gut geeignet erwiesen. Vom Einsatz der neuen Prozessüberwachung verspricht sich Tubex eine frühzeitige Erkennung von Fehlschweißungen und weitere Möglichkeiten, den Schweißprozess zu optimieren.

Eine Anwendung der Thermografie beim Serienschweißen ist auch bei anderen Anlagen, Schweißverfahren und Produkten möglich. Das SKZ unterstützt interessierte Unternehmen gerne bei der Fragestellung, ob eine Prozessüberwachung mittels Thermografie für einen bestimmten Prozess geeignet ist. ■