

Einsatz der Shearografie zur Beurteilung der Qualität von widerstandsgeschweißten Punktverbindungen

Eugen PRINTS¹, Igor KRYUKOV¹, Stefan BÖHM¹

¹ Universität Kassel, Kassel

Kontakt E-Mail: e.prints@uni-kassel.de

Kurzfassung

Ein großer Anteil industriell gefertigter Fügeverbindungen wird als Punktverbindung ausgeführt. Das Widerstandspunktschweißen ist insbesondere in der Automobilindustrie ein weit verbreitetes Fügeverfahren. Die Anzahl der Punktschweißverbindungen liegt bei 3000-5000 pro Autokarosserie. Aufgrund kurzer Prozess- und somit Taktzeiten setzte sich das Verfahren bei der Fließbandfertigung durch. Neben der hohen Produktivität zählen ein geringer Bauteilverzug durch die Schweißwärme sowie sehr gute Automatisierbarkeit zu den Vorteilen des Schweißverfahrens.

Die gesetzten Fügeverbindungen unterliegen in der Automobilindustrie strengen Qualitätsanforderungen. Aktuell wird die Qualität durch zerstörende Prüfverfahren beurteilt, die Untersuchung erfolgt stichprobenartig und im Anschluss an den Fertigungsprozess. Der Nachweis fertigungsrelevanter Mängel kann zum Ausschuss einer gesamten Charge an Fahrzeugkarosserien und somit zu erheblichen Kosten führen.

Seitens der Industrie wird zunehmend nach einem zerstörungsfreien Prüfverfahren gesucht, welches in der Lage ist, jede Schweißverbindung direkt im Fügeprozess zu überprüfen. Zurzeit existieren jedoch keine zerstörungsfreie Prüfverfahren, die die geforderten Bedingungen wie Messdauer, Kosteneffizienz, Möglichkeit der Implementierung in den Fertigungsprozess ohne zusätzliche Prüfstationen sowie einfache Interpretation der Messergebnisse hinreichend erfüllen.

Der Einsatz von Shearografie als zerstörungsfreies Prüfverfahren kann dem Anspruch dieser Prüfaufgabe gerecht werden. Die geometrischen und somit mechanisch-technologischen Eigenschaften der Punktschweißverbindungen können mit Hilfe der Shearografie direkt im Anschluss an den Fertigungsprozess beurteilt werden. Im Rahmen des folgenden Beitrags werden die untersuchten Konzepte zum Aufbau einer Messvorrichtung sowie deren Anbringung an einer Widerstandspunktschweißanlage vorgestellt. Die Ergebnisse der Identifikation von festigkeitsrelevanten Unregelmäßigkeiten beim Widerstandspunktschweißen mittels Shearografie werden ausführlich diskutiert. Die durchgeführten Untersuchungen belegen das hohe Potential der Shearografie für den Einsatz als zerstörungsfreies Prüfverfahren zur Qualitätssicherung von widerstandsgeschweißten Punktverbindungen.

Einsatz der Shearografie zur Beurteilung der Qualität von widerstandsgeschweißten Punktverbindungen

Eugen PRINTS ¹, Igor KRYUKOV ¹, Stefan BÖHM ¹

¹ Universität Kassel, Fachgebiet Trennende und Fügende Fertigungsverfahren, Kassel

Motivation:

- Das Widerstandspunktschweißen findet besonders in der Automobilindustrie (Karosseriebau) breite Verwendung, wodurch das Fügeverfahren hohen Qualitätsstandards unterliegt.
- Aktuell wird die Qualitätssicherung stichprobenartig durch zerstörende Verfahren durchgeführt, wodurch keine 100%-Kontrolle gewährleistet werden kann.
- Es besteht großes Interesse an schweißprozessbegleitender Prüfung mit hohem Automatisierungsgrad.



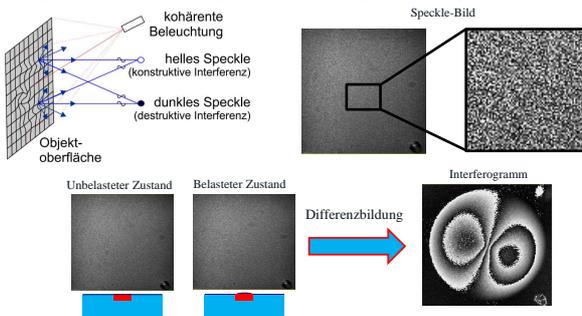
Zielsetzung:

- Nachweis der Eignung der Shearografie als zerstörungsfreies Prüfverfahren für die Qualitätssicherung beim Widerstandspunktschweißen
- Entwicklung eines Prototyps zur Prüfung der Fügeverbindungen unmittelbar nach dem Schweißvorgang
- Entwicklung von Methoden/Algorithmen zur automatisierten Messdatenverarbeitung



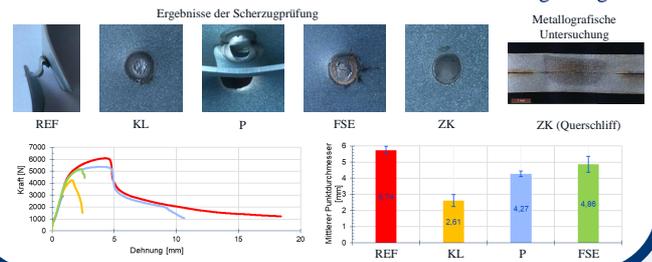
Shearografie:

- Optisches Messverfahren zur Detektion der Deformationsänderung
- Berührungslos, bildgebend und hochauflösend (im Nanometerbereich)
- Geringe Prüfdauer (wenige Sekunden)
- Inlinemessung möglich (100 % Prüfung in der Serienanwendung)
- Vollständig automatisierbar
- Vergleichsweise geringe Anschaffungs- und Wartungskosten (verglichen mit Thermografie oder Computertomografie)



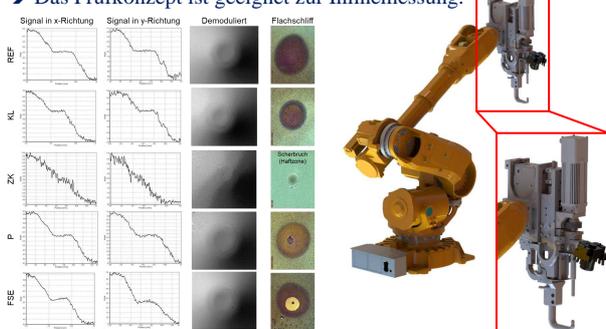
Unregelmäßigkeiten und Validierung:

- Untersucht wurden widerstandspunktschweißte Verbindungen aus DC04 ZE 75/75 mit 1mm Wandstärke.
- Neben Referenzschweißungen [REF] wurden fertigungsrelevante Unregelmäßigkeiten, wie unzulässig kleiner Linsendurchmesser [KL], „Zinkkleber“ [ZK], Pore [P] und Fremdstoffeinschluss [FSE], in Anlehnung an DIN EN ISO 6520-2 betrachtet.
- Reproduzierbare Fehlereinbringung wurde durch Variation der Schweißanlagenparameter sowie Präparation der Fügepartner erreicht.
- → Schweißlinsendurchmesser korreliert mit der Verbindungsfestigkeit



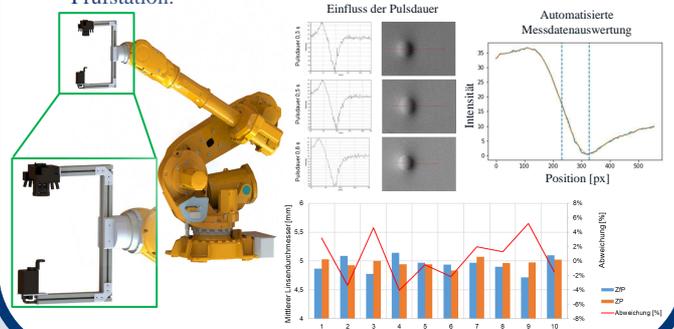
Prüfkonzept: Ausnutzung der Schweißprozesswärme

- Die während des Schweißprozesses entstehende Wärme und hierdurch hervorgerufene Deformationsänderungen reichen aus, um mittels Shearografie die Fügeverbindung charakterisieren zu können.
- Schweißlinse zeichnet sich durch das charakteristische waagerechte Plateau im Signalverlauf aus.
- Zur Unterscheidung eingebrachter Unregelmäßigkeiten ist die Beurteilung der Größe der Fügeverbindung sowie der Signalqualität notwendig.
- Erreichte Messzeit < 1,75s unmittelbar nach dem Schweißvorgang.
- Abweichung bei Detektion des Schweißlinsendurchmessers < 5%.
- → Das Prüfkonzept ist geeignet zur Inlinemessung.



Prüfkonzept: Ausnutzung externer Wärmebringung

- Mit der Induktionserwärmung, als externe Energiequelle, kann eine shearografiebasierte 100%-Prüfung komplexer Baugruppen erfolgen.
- Geometrie der Fügeverbindung zeichnet sich durch die Maxima im Signalverlauf aus.
- Messzeiten < 1s führen bereits zur Fehlerdetektion bei hoher Signalqualität.
- Abweichung bei Detektion des Schweißlinsendurchmessers < 5%.
- Durch die entwickelten Methoden zur Messdatenverarbeitung weist das Prüfkonzept einen hohen Automatisierungsgrad auf.
- → Das Prüfkonzept eignet sich für den Einsatz als eigenständige Prüfstation.



Gefördert durch:



Projekt ShearTest (03THW10H10) wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Förderprogramm „WIPANO - Wissens- und Technologietransfer durch Patente und Normen“ gefördert.

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Für diese Förderung sei gedankt.