

Realtime-Röntgenbetrachtung von Schweißprozessen mit direkter Fehlerauswertung

Fred PAULY, Gerald SCHRÖDER, Forschungszentrum Jülich, Zentralabteilung
Technologie (ZAT), Jülich

Richard PATZAK, Forschungszentrum Jülich, Zentralinstitut für Elektronik (ZEL), Jülich

Kurzfassung. Eine Radioskopie/Radiografie sowie eine Fehlerdetektion von Fügeverbindungen waren bisher nur im Anschluss an den Fügevorgang möglich, nicht während des Prozesses. Im Forschungszentrum Jülich wurde ein Verfahren entwickelt, dass nun auch eine Echtzeitbetrachtung des Schweißgutes *während* des Fügevorganges ermöglicht. Durch die Online-Radioskopie kann eine Kontrolle bzw. Optimierung des Fügeprozesses in Echtzeit, also z.B. direkt während des Schweißens oder Lötens, durchgeführt werden. Mit einer automatischen Defektdetektion lässt sich die Qualität der Verbindung unmittelbar nach dem Erstarrungsvorgang beurteilen.

Einführung

Eine Radioskopie / Radiografie sowie eine Fehlerdetektion von Schweiß- und Lötverbindungen war bisher nur im Anschluss an den Fügevorgang möglich, nicht während des Prozesses. Eine spezielle Einrichtung zur Analyse von Verbindungen und Materialien mit schneller Aufnahme, Segmentierung, Klassifizierung und Defektanalyse ist nun im Forschungszentrum Jülich verfügbar. Die Online-Radioskopie während des Fügeprozesses mit automatischer Defektdetektion in Echtzeit ermöglicht eine Kontrolle bzw. Optimierung des Verfahrens, z.B. direkt während des Schweißens oder Lötens.

1. Das System

Der Arbeitsbereich des Mikro- bzw. Submikro-Röntgensystems reicht bis 225 kV mit max. 320 W Targetleistung. Die Bildaufnahme erfolgt über moderne digitale Flat-Panel-Detektoren mit bis zu 400 x 400 mm aktiver Aufnahmefläche und einer Auflösung von 200 µm. Das in Bild 1 abgebildete Röntgensystem ist z.B. kombinierbar mit einem Laserschweißkopf, welcher über eine Glasfaseroptik versorgt wird. Es ist aber auch möglich, jede andere Art von Schweiß- oder Lötquelle zu verwenden, wobei das Verfahren nicht nur auf thermisches Fügen begrenzt ist. Die Anlage muss lediglich in das System integrierbar sein. In unserem Beispiel wird ein Nd:YAG- Schweißlaser verwendet.



Bild 1: Röntgensystem mit Schweißlaser

2. Die Ergebnisse

Im oberen Teil von Bild 2 erkennt man die Radioskopieaufnahme einer Al/Fe-Rohrschweißung, wobei im unteren Bildteil zeitgleich, während des Schweißprozesses, die Fehleranalyse durchgeführt wird.

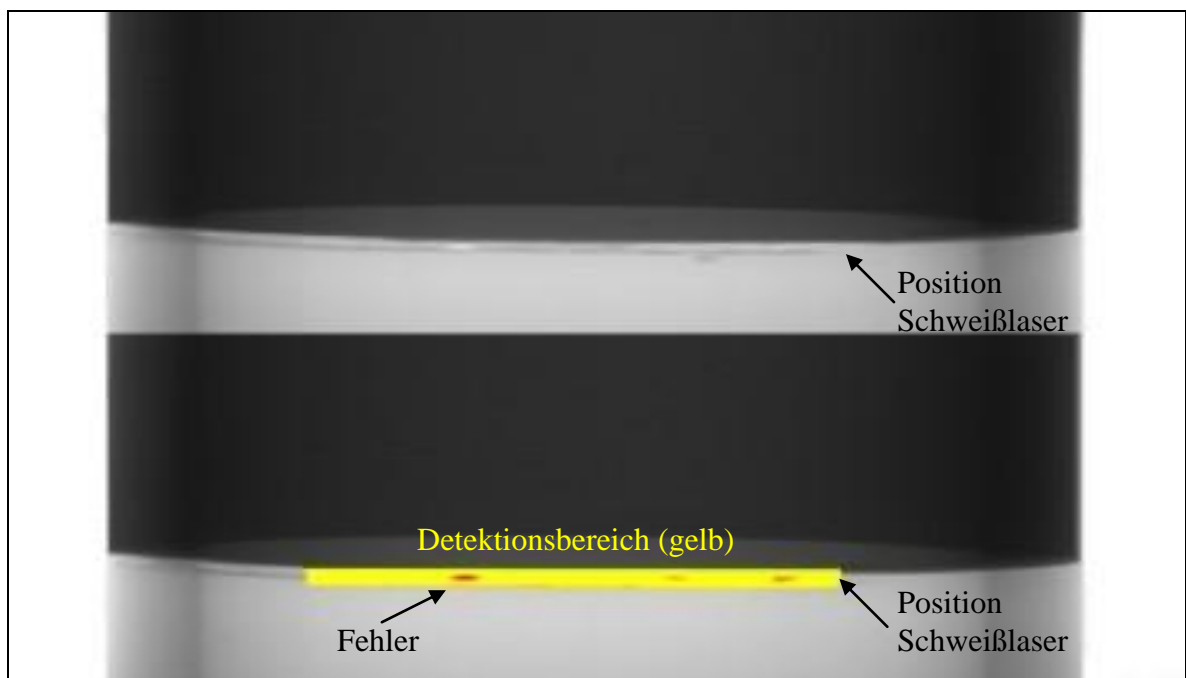


Bild 2: Online-Radioskopie Al/Fe-Rohrschweißung mit Echtzeit-ADR

Bild 3 zeigt die parallele Radioskopie, Segmentierung und Defekterkennung an einer Längsschweißnaht.

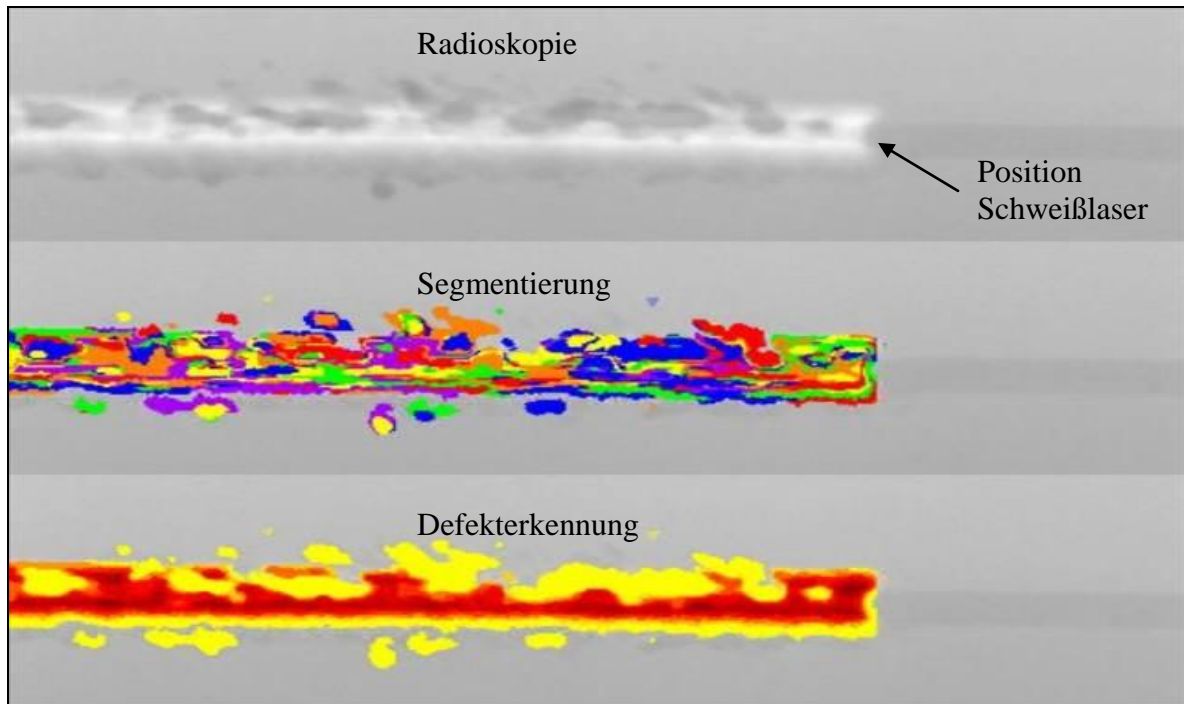


Bild 3: Online-Radioskopie mit Segmentierung und Echtzeit-ADR



Bild 4: Konzeptstudie (Prototyp)

In Bild 4 ist die Konzeptstudie für den Prototyp eines automatisierten Schweiß- und Prüf-systems dargestellt (Patent angemeldet).

Unsere Entwicklung von speziellen, massiv parallelen FPGAs (field programmable gate arrays) ist der Hauptgrund für die rapide Erhöhung der Geschwindigkeit und der damit verbundenen Reduzierung von Analysezeiten. Dieser Fortschritt bringt uns die Performance eines Supercomputers zu den Kosten eines PC.

Mit einem solchen System sind nicht nur neue Möglichkeiten für die Prozesskontrolle sowie für die Entwicklung von Grundlagen und Verfahren gegeben, sondern es kann auch während des Fügevorgangs eine gut/schlecht-Aussage für das Bauteil bzw. die entsprechende Korrekturmaßnahme getroffen werden.