



## INTELLIGENTE PROZESSENSORIK

### Aufgabenstellung

Die Prozessüberwachung beim Schweißen und Auftragschweißen stellt aufgrund der hohen Geschwindigkeiten besondere Anforderungen an die Systemtechnik. Hierfür wurde am Fraunhofer ILT ein multispektrales, bildgebendes Sensorsystem zur Prozessüberwachung entwickelt, das einen eindeutigen Qualitätsfingerabdruck liefert. Eine besondere Herausforderung stellt hierbei die Echtzeitdatenverarbeitung dar. Dazu müssen unterschiedliche Sensordatenströme gleichzeitig während des Prozesses analysiert werden, um so den aktuellen Prozesszustand in eine definierte Qualitätskategorie einordnen zu können.

### Vorgehensweise

Der Prozessfingerabdruck setzt sich aus mehreren Merkmalen, wie beispielsweise der Abkühlrate der Bauteiloberfläche oder der Schmelzbadoberflächengeometrie, zusammen. Diese Merkmale werden aus mehreren multispektralen Prozessbilddaten ermittelt. Da die Ermittlung und die Verarbeitung der Merkmale sehr rechenintensiv sind, musste für die Echtzeitanwendung der kognitiven Datenauswertung ein Field Programmable Gate Array (FPGA) appliziert werden. Zur Erzeugung der

Trainingsdaten für die im FPGA realisierte künstliche Intelligenz wurde beispielsweise für das Laserstrahlschweißen ein Bindefehler, der sogenannte »falsche Freund«, künstlich provoziert und aufgezeichnet. Im Anschluss wurde das kognitive System mit diesen und Daten weiterer Prozessimperfektionen trainiert.

### Ergebnis

Die Klassifizierung erfolgt mit unterschiedlichen Algorithmen aus der Familie des maschinellen Lernens und ermöglicht eine Einteilung der Schweißnahtqualität in fünf Kategorien (Bild 2). Die Genauigkeit des Klassifizierungsergebnisses erreicht im Labor Werte über 99 Prozent. Während der Entwicklung wurden dabei 150 Merkmale basierend auf Bilddaten verschiedener Spektralbereiche ermittelt. Hierbei hat sich gezeigt, dass die Eindeutigkeit der Qualitätsbewertung auch abhängig ist von dem spektralen Bereich, in dem die Prozessbilder generiert wurden.

### Anwendungsfelder

Das Einsatzgebiet des kognitiven Systems im Rahmen des Vorhabens ist das industrielle Laserstrahlschweißen von Automobilbauteilen. Die realisierte Anwendung von künstlicher Intelligenz kann darüber hinaus bei anderen Verfahren insbesondere im Rahmen von »Industrie 4.0« in industriellen Anwendungen zur Prozessüberwachung genutzt werden.

Die Arbeiten wurden im Rahmen des EU-Projekts »MASHES« unter dem Förderkennzeichen 637081 durchgeführt.

### Ansprechpartner

Christian Knaak M.Sc.  
 Telefon +49 241 8906-281  
 christian.knaak@ilt.fraunhofer.de

- 1 Versuchsaufbau mit integrierter Sensorik.
- 2 Prädiktion der Schweißnahtqualität und zugehörige Probe.