

Inline-Oberflächeninspektion auf Dehnzellen

An Massenprodukte im Automotive-Bereich werden immer höhere Qualitätsanforderungen gestellt. Dies betrifft unter anderem Bauteile, die aus Metallcoils tiefgezogen werden und gleichzeitig besonders schwierige Oberflächeneigenschaften aufweisen.

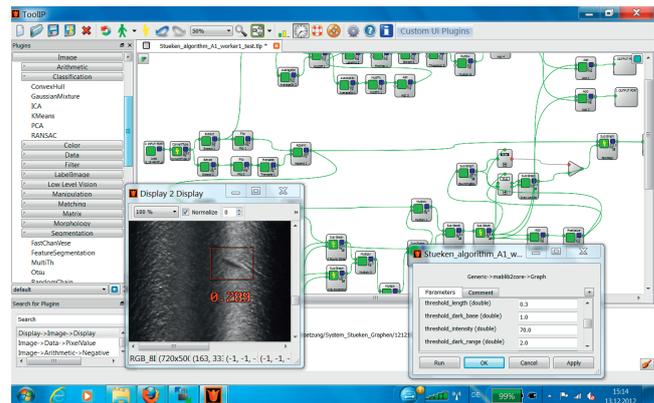
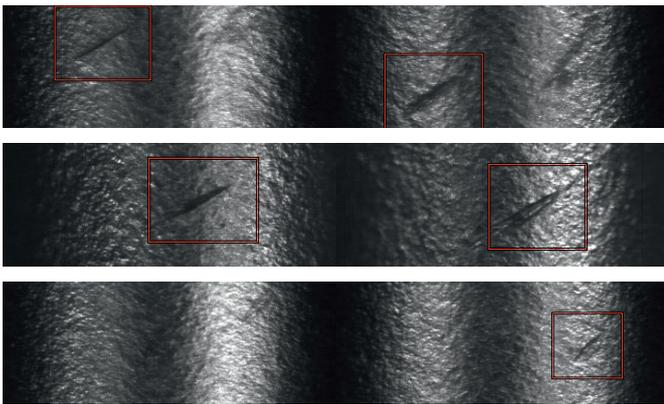
Ultra-hochauflösende Inline-Inspektion von Tiefziehbauteilen

Gemeinsam mit den Firmen Continental sowie Hubert Stüken GmbH & Co. KG – einem Spezialisten für Tiefziehtechnik – hat das Fraunhofer ITWM robuste und hochpräzise Inspektionssysteme für Dehnzellen zu entwickelt, die stabil im industriellen Umfeld eingesetzt werden. Dehnzellen werden in der Dämpfungskammer von Kfz-Bremsanlagen verbaut und unterliegen besonderen Qualitätssicherungsmaßnahmen, da sie sicherheitsrelevant sind.

Bei ihrer Herstellung können produktionsbedingt auf den noch ungehärteten Bauteilen Oberflächenfehler, speziell Schlagstellen, entstehen. Eine automatisierte Detektion dieser Fehler ist notwendig, um die Dichtigkeit der Komponenten im verbauten Zustand zu

gewährleisten. Gefordert ist eine maximale Taktzeit von 2,5 Sekunden pro Bauteil, wobei die eigentliche Inspektionszeit bei weit unter 1,5 Sekunden liegt. Die Dehnzellen bestehen aus Ober- und Unterschale, die miteinander verschweißt werden. Auf definierten Bereichen müssen Schlagstellen ab einer Länge von 0,3 mm sicher detektiert werden. Die besonderen Herausforderungen an eine automatisierte Prüfung liegen einerseits in der Geometrie der Dehnzellen, da es sich um Freiformteile handelt. Die andere ergibt sich aus der notwendigen hohen optischen Auflösung. Dadurch verringert sich der Tiefenschärfebereich ganz erheblich, während gleichzeitig die Oberflächenrauigkeit des Grundmaterials in den Vordergrund tritt. Hier muss ein Kompromiss zwischen gewünschter Auflösung und Tiefenschärfe gefunden werden.

Oben: Die Aufsicht einer Dehnzelle und Abwicklung der Dehnzelle nach der Aufnahme mit einer Zeilenkamera (kleine Abbildung)



Großen Einfluss auf die Detektierbarkeit der Schlagstellen hat die Oberflächenstruktur des Grundmaterials (Coil). Insbesondere da sich durch den Prozess des Tiefziehens im Randbereich Strukturen herausbilden können, die dem Erscheinungsbild von Schlagstellen sehr ähnlich sind. Diese Strukturen stellen Pseudofehler dar, die von den tatsächlichen Schlagstellen getrennt werden müssen.

Oben links: Ausschnitte einer Auswertung

Oben rechts: Screenshot der grafischen Entwicklungssoftware ToolIP

Hardware

Ein Prüfsystem besteht aus zwei Stationen mit jeweils einer monochromen hochauflösenden Zeilenkamera (4096 Pixel) und drei Highpower-LED-Ringlichtern. Die Dehnzellen werden unter der Zeilenkamera gedreht, so dass ein abgewinkeltes Bild erscheint. Hierbei dient eine der Beleuchtungen als Auflicht, die anderen beiden bestrahlen die Oberfläche in und gegen die Laufrichtung, um die Kanten der Schlagstelle hervorzuheben. Das Inspektionssystem ist gegen Fremdlicht gekapselt, wobei die Kapselung in erster Linie die Mitarbeitenden vor dem sehr hellen LED-Licht schützen soll. Mithilfe der Zeilenkameras wird der komplette Durchmesser der Dehnzellen abgebildet, so dass Schlagstellen sowohl in Richtung der seitlichen Bestrahlung als auch von ihr weg in einer Umdrehung aufgenommen werden. Dadurch werden auch Schlagstellen gefunden, deren Kanten auf einer Seite abgeflacht bzw. nicht stark ausgeprägt sind. Die reale Auflösung im Bild beträgt ca. 5µm/Pixel. Daraus ergeben sich abgewinkelte Ausgangsbilder mit einer Größe von 5000x4096 Pixel. Aus diesen Originalbildern werden dann die Regionen ausgeschnitten, die bewertet werden müssen.

Algorithmen

Die Dehnzellen werden objektiv bewertet und die Prüfergebnisse dokumentiert. Das System, das eine 100%-Kontrolle ermöglicht, ist von geschultem Personal ohne Kenntnisse in Bildverarbeitung einfach zu bedienen. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass sicher kein niO-Teil weiterverarbeitet wird, das zu späteren Produktausfällen oder Reklamationen führen kann. Durch die komplexe, geschickt parallelisierte Algorithmik ist es möglich, schnell und zuverlässig fehlerhafte Bauteile frühzeitig aus dem Produktionsprozess herauszunehmen. Das spart Zeit und Kosten.

Die Algorithmen gliedern sich in folgende Schritte:

- Segmentierung der Prüfbereiche
- Ausrichten der beiden gegenläufigen Spuren
- Rekonstruktion der globalen Krümmung im Bild
- Normieren der Tiefenschärfe des Bildes
- Kantendetektion (Reflexionen)
- Klassifikation der Fehlerkandidaten
- Markierung der relevanten Fehler

Kontakt

Kai Taebner

Abteilung »Bildverarbeitung«
Telefon +49 631 31600-4576
kai.taebner@itwm.fraunhofer.de

**Fraunhofer-Institut für Techno- und
Wirtschaftsmathematik ITWM**
Fraunhofer-Platz 1
67663 Kaiserslautern

www.itwm.fraunhofer.de



Weiterführende Informationen gibt es unter www.itwm.fraunhofer.de/dehnzelle