

Vollautomatische Zeichenverifikation in Röntgenbildern bei der Inlineprüfung von Leichtmetallrädern

Thomas STOCKER¹, Markus REHAK¹, Bishwajit Mohan GOSSWAMI¹,
Christian SCHUSTER¹
¹ Fraunhofer EZRT, Fürth

Kontakt-E-Mail: thomas.stocker@iis.fraunhofer.de

Kurzfassung. Die vollautomatische 100%-Inline-Röntgenprüfung von Leichtmetallrädern ist seit Jahren weltweit üblich. Weitere Maßnahmen zur Qualitätssicherung der Räder werden aber oft manuell durchgeführt. Eine wichtige Aufgabe ist die Überprüfung von eingegossenen Schriftzeichen, die z. B. Auskunft über Typ, Produktionsort und Produktionsdatum geben. Das Vorhandensein dieser Informationen ist teilweise sogar gesetzlich vorgeschrieben und in jedem Fall ein Abnahmekriterium. Deshalb wird dies auch bei Zollbehörden und Endkunden zumindest stichprobenartig überprüft. Fehlende oder fehlerhafte Beschriftungen führen typischerweise zur Rücksendung ganzer Produktionschargen und somit zu hohen Kosten auf Herstellerseite.

Das Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT hat ein zusätzliches Modul in seine Softwarelösung zur vollautomatischen Inline-Röntgenprüfung ISAR integriert, das die Aufgabe der Verifikation aller relevanten eingegossenen Schriftzeichen in Leichtmetallrädern automatisiert. Der besondere Vorteil der Lösung ist, dass für die Prüfung keinerlei zusätzliche Hardware nötig ist. Die Analyse der Zeichen erfolgt in den Bildern, die bei der ohnehin durchgeführten Röntgenprüfung auf Unregelmäßigkeiten wie Poren und Lunken entstehen. Somit kann die Verifikation der Schriftzeichen durch ein reines Software-Upgrade realisiert werden. Es sind zudem keine zusätzlichen Prüfpositionen notwendig, da die Zeichen in den üblichen Prüfpositionen ausreichend abgebildet werden. Die Bearbeitung der zusätzlichen Prüfaufgabe ist deshalb in bereits beschaffte Röntgenanlagen mit der Prüfsoftware ISAR auch taktzeitneutral durchführbar.

In diesem Beitrag beschreiben wir anhand von einigen Beispielen, wie die Analyse funktioniert und welche Arten von Fehlern in den Zeichen detektiert werden können.

1. Aufgabenstellung

Eine wichtige Zusatzaufgabe bei der Qualitätssicherung von gegossenen Leichtmetallrädern ist die Kontrolle von eingegossenen Schriftzeichen auf Lesbarkeit. Insbesondere Informationen über Typ, Produktionsort und -datum müssen in korrekter Schriftart vorhanden und lesbar sein. Diese und weitere Informationen sind für die OEM-Zulieferer relevant für die Abnahme und auch bei Zollkontrollen zum Abgleich mit Frachtpapieren notwendig.

Diese Aufgabe wird derzeit in der Regel bei der optischen Endkontrolle der Räder, bei der weitere Merkmale wie Fehler der Lackierung oder Kratzer untersucht werden, von



geschultem Personal im Mehrschichtbetrieb durchgeführt. Diese Prüfung ist sowohl teuer als auch fehleranfällig. Zudem werden fehlerhafte Schriftzeichen erst am Ende aller Produktionsschritte entdeckt, obwohl die Fehler schon im Rohguss vorhanden sind. Da die Fehler oft auch systematisch in aufeinanderfolgenden Rädern auftreten, ist eine späte Erkennung zusätzlich von Nachteil, da bis zu diesem Zeitpunkt möglicherweise schon weitere Räder mit Fehlern produziert wurden.

Die Schriftzeichen müssen auf folgende Kriterien geprüft werden:

- Unlesbarkeit
- Inkorrektheit (falsch positionierte oder verdrehte Zeichen)
- Unvollständigkeit (fehlende Zeichen oder Zeichenteile)
- Richtige Schriftart

Aufgrund der derzeit unzuverlässigen Prüfung kommt es immer wieder zu Auslieferungen von Rädern mit fehlerhaften Schriftzeichen. Werden diese beim Zoll oder bei Abnahmen entdeckt, führt dies typischerweise zu Rücksendungen ganzer Produktionschargen und somit zu sehr hohen Kosten auf Herstellerseite.

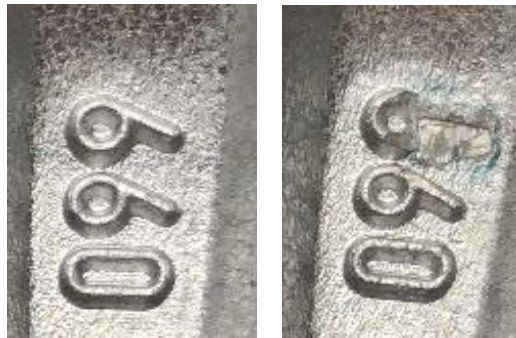


Abb. 1. Links: korrektes Schriftbild; rechts: fehlerhaftes Zeichen

2. Lösungsweg

Leichtmetallräder werden grundsätzlich direkt nach dem Guss zu 100 % vollautomatisch mit Röntgen auf Gießfehler wie Poren und Lunker geprüft. Die in den Rädern eingegossenen Schriftzeichen sind in den dort anfallenden Röntgenbildern sichtbar, da diese durch den zusätzlichen Materialauftrag von etwa 1-2 mm die Röntgenstrahlen zusätzlich absorbieren und somit einen Kontrast in den Röntgenbildern erzeugen. Die Schriftzeichen in den Bildern können auch automatisch auf die oben genannten Kriterien verifiziert werden.

Dies ermöglicht eine rein softwarebasierte und vollautomatisierte Lösung der Prüfaufgabe. Das Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT hat hierzu ein zusätzliches Modul in die Software ISAR [1] zur vollautomatischen Inline-Röntgenprüfung implementiert. Dieses kann als Upgrade auf die vorhandene Hardware aufgespielt werden. Auch sind keine zusätzlichen Prüfpositionen bzw. Bildaufnahmen notwendig. Die Zusätzliche Prüfung erfolgt also komplett taktzeitneutral.

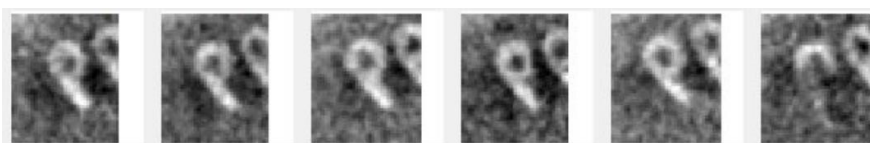


Abb. 2. Bild 1-5 von links: Verschiedene korrekte Schriftzeichen im Röntgenbild; rechtes Bild: fehlerhaftes Zeichen im Röntgenbild.

3. Ablauf

Zur Verifikation der Schriftzeichen wurde ein auf Referenzbildern basierender Ansatz verfolgt. Die Parametrierung eines zu verifizierenden Schriftzuges erfordert ein Referenzbild von einem Gutteil mit einem korrekten Schriftzug. Dieser wird in dem Bild manuell markiert. Die Software segmentiert direkt im Anschluss die einzelnen Zeichen und speichert diese als Referenzen ab.

Der Vergleich der Referenzzeichen mit den Zeichen eines Prüfteils erfolgt nun mittels der Technik des Template-Matching [2]. Hierbei werden Referenzbildausschnitte mit dem Prüfbild in einer Suchumgebung auf Ähnlichkeit verglichen. Um Positionsabweichungen zwischen Referenz- und Prüfbild zu minimieren, wird vor dem eigentlichen Template-Matching eine rigide Registrierung durchgeführt. Weichen Zeichen in einem Prüfbild zu stark von der Referenz ab, wird das Prüfteil ausgeschleust.

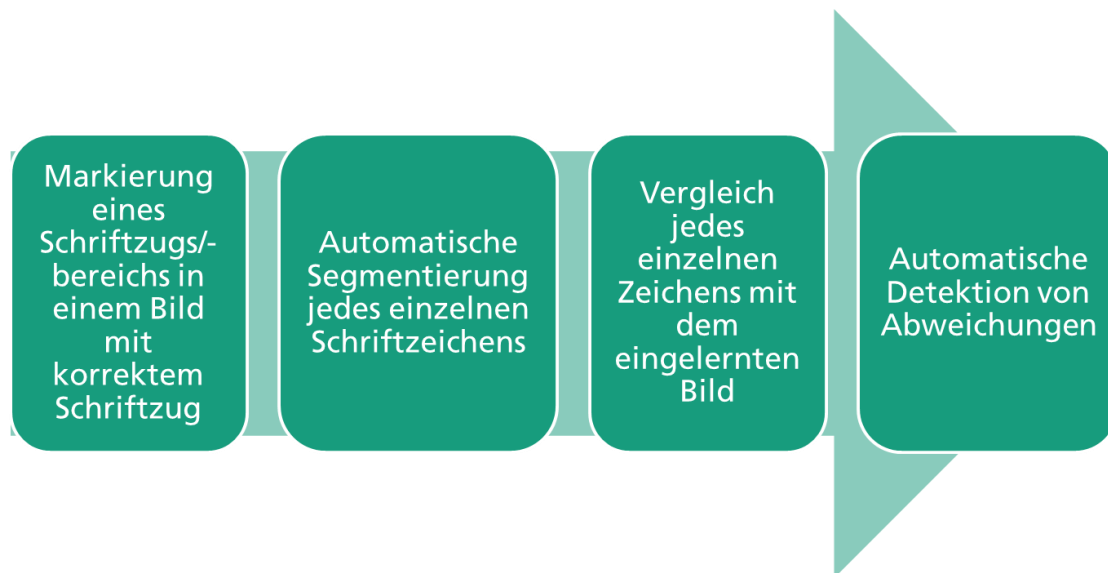


Abb. 3. Ablauf der Zeichenverifikation.

4. Zusammenfassung

Das Softwaremodul zur Verifikation von Schriftzeichen in Röntgenbildern ermöglicht die Erweiterung der vorhandenen Anlagen zur vollautomatischen Röntgenprüfung von Leichtmetallrädern auf innenliegende Fehlstellen um eine weitere Prüfaufgabe. Die Erweiterung erfolgt taktzeitneutral und ohne zusätzliche Hardware. Somit kann die aktuell manuell durchgeführte Kontrolle einfach automatisiert werden. Fehler im Schriftbild werden frühzeitig im Produktionsprozess erkannt und können schnell korrigiert werden.

Referenzen

[1] <https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/zfp/produkte/isar.html>

[2] R. Brunelli, Template Matching Techniques in Computer Vision: Theory and Practice, Wiley, ISBN 978-0-470-51706-2, 2009