

Quer durch Sibirien

3D-OCR garantiert Rückverfolgbarkeit von Eisenbahnradern



Schnee und der Dauerfrostboden Sibiriens stellen hohe Ansprüche an die Qualität der Räder der russischen Eisenbahn. Sicherheitsvorschriften fordern die Rückverfolgbarkeit jedes einzelnen Eisenbahnrades. Dazu muss eine aufgeprägte sechsstellige Nummer zu jeder Zeit prozesssicher gelesen werden. Das übernehmen 3D-Lesestationen mit Laser-Triangulationskameras.

Das Schienensystem der transsibirischen Eisenbahn ist die Hauptverkehrsachse Russlands. Die Strecke ist mit 9.288 km die längste durchgehende Eisenbahnverbindung der Welt und verbindet Moskau mit Wladiwostok, einer Stadt am Pazifik. Ursprünglich wurde die transsibirische Eisenbahn für den Güterverkehr gebaut, heute vermittelt sie vor allem westlichen Touristen ein Gefühl von Romantik, Abenteuer und unendlicher Weite. Jeden zweiten Tag verlässt der „Zug Nr. 2“ den Moskauer Bahnhof und durchquert auf seiner Strecke auch den Dauerfrostboden Sibiriens. Dort können Minus-Temperaturen von bis zu -62°C auftreten. Damit der „Zug Nr. 2“ diesen Belastungen stand hält, müssen die Eisenbahnräder strenge Sicherheitskriterien erfüllen. Dazu ist die Rückverfolgbarkeit jedes einzelnen Eisenbahnrades vom ersten bis zum letzten Bearbeitungsschritt im gesamten Fertigungsprozess zwingend erforderlich. Jedes Eisenbahnrad wird mit einer sechsstelligen Nummer im rotglühenden Rohzustand an der Seitenflanke des Rades geprägt. Diese wird vor der ersten spanenden Bearbeitung gelesen und mit den Produktionsdaten im gesamten weiteren Prozess verknüpft. Dabei erschweren die verzünderte Oberfläche der Räder und das tropfende Kühlmittel den Lesevorgang. Auch die große Schwankungs-Bandbreite der Zeichenprägung führt zu entsprechenden Variationen in Form und Größe. Idealerweise sind die Zeichen bei einer Prägertiefe von bis zu 7 mm 12×6 mm groß. Der Durchmesser der Räder variiert von 0,7–1,3 m. Die Zeichen müssen auf dem gesamten Umfang der Seitenflanke gesucht werden, typ-abhängig jeweils auf dem entsprechenden Radius.



Prozesssicherer Lese-Zyklus mit 3D-OCR

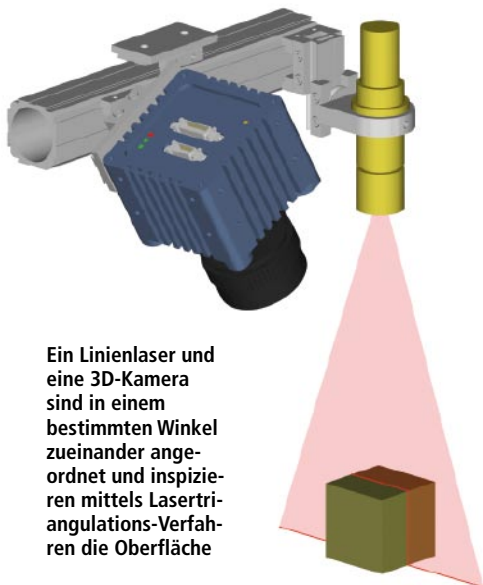
Da die Zeichen-Kontrastierung zu stark schwankt, ist eine prozesssichere Lösung mit den klassischen 2D-Verfahren nicht möglich. Auch mit aufwändigen Beleuchtungsansätzen und Software-Tools konnte kein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden. Eine 3D-Laser-Triangulationskamera erreicht dagegen die im Prozess notwendige Lese-Sicherheit. Ein Linienlaser und eine schnelle 3D-Kamera sind in einem bestimmten Winkel zueinander angeordnet und tasten so die Oberfläche des Eisenbahnrades ab. Die lokale Ablenkung des Laserstrahles auf der Oberfläche ist ein Maß für die Höhe bzw. Tiefe an der entsprechenden Position. Die Kamera bestimmt die Position des Laserstrahles in jedem einzelnen Bild und liefert direkt die Höhendaten als 3D-Daten zur weiteren Auswertung. Um den gesamten Umfang des Eisenbahnrades abzutasten, wird entweder die Kamera oder das Rad gedreht. Ein Taumeln des Eisenbahnrades von ± 10 mm während der Drehung darf dabei zu keiner Beeinträchtigung des Leseergebnisses führen.

Die unterschiedlichen Raddurchmesser erfordern die Installation der 3D-Kamera auf einer Linearachse, die typspezifisch von der Lesestation auf den richtigen Radius gefahren wird, bevor der Lesevorgang startet. Die 3D-Kamera nimmt bei einer Bildrate von 4 kHz bis zu 40.000 Bilder pro Radumdrehung auf. Aus diesen 3D-Rohdaten werden dann die relevanten Bereiche mit möglichen Zeichen auf dem gesamten Umfang gesucht. Anschließend erfolgt in diesen Regionen mittels adaptiver Methoden die Segmentierung der einzelnen Zeichen, also die Trennung der Zeichenmerkmale vom Hintergrund.

Lesen mit Fuzzy-Algorithmen

Im nächsten Schritt wird jedem segmentierten Zeichenbereich mit statistischen Verfahren und Fuzzy Algorithmen das entsprechende Zeichen mit der besten Übereinstimmung aus dem gelernten

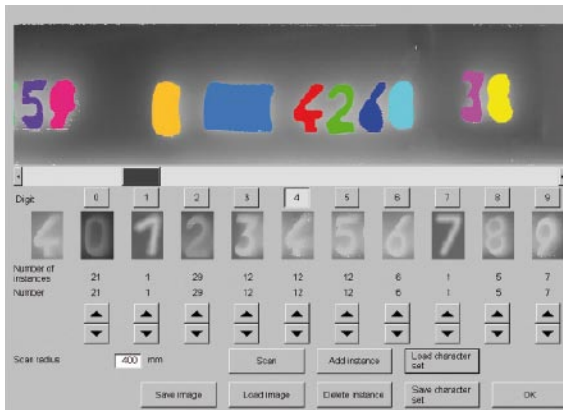
Die eingepprägten Zeichen auf dem Eisenbahnrad dienen der Rückverfolgbarkeit



Ein Linienlaser und eine 3D-Kamera sind in einem bestimmten Winkel zueinander angeordnet und inspizieren mittels Lasertriangulations-Verfahren die Oberfläche



Die 3D-Rohdaten mit Höhendaten sind oben als Graubild codiert, unten die entsprechend segmentierten Zeichen



Es können beliebig viele Varianten eines Zeichens kundenseitig eingelernt werden

Zeichensatz zugeordnet. Die Übertragung des Gesamtergebnisses über Profibus DP an die Steuerung schließt den Lesezyklus ab. Die Zykluszeit wird durch die Zeit für die 3D-Bildgewinnung bestimmt, das Lesen der Zeichen selbst bleibt unter einer Sekunde.

Um die große Bandbreite der Variationen eines Zeichens erfassen zu können, wird beim Lernen des Zeichensatzes bereits ein statistisches Verfahren angewendet, welches die Gemeinsamkeiten eines Zeichens im 3D-Raum betont. Die Anzahl der unterschiedlichen Varianten eines Zeichens ist von der Systemsoftware nicht begrenzt, es können also beliebig viele Varianten eines Zeichens kundenseitig eingelernt werden. In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass bei mehr als 25 Varianten pro Zeichen selten noch eine signifikante Verbesserung der Lese-Ergebnisse erzielt wird.

In der Praxis

Die 3D-Lesestationen sind seit 2004 in der Eisenbahnrad-Produktion in Nizhny Tagil, Vyksa, Dnepropetrovsk und in Spanien installiert. Aus den Erfahrungen dieser Installationen ist inzwischen ein Standard-System für die 3D-Zeichenerkennung von geprägten oder erhobenen Zeichen für

den Einsatz in der Gießerei entstanden. Gussteile, wie z.B. Zylinderkurbelgehäuse, Motorblöcke usw., haben die spezifischen Produktionsdaten (Chargennummer, Gießjahr, Gießwoche und Schicht, Gießwerkzeug und Form innerhalb des Werkzeuges sowie ggf. eine Zeichnungsnummer und Index) meist als erhobene Zeichen codiert. Für eine Rückverfolgbarkeit dieser Teile müssen die Produktionsdaten im ersten Schritt automatisch gelesen oder manuell eingegeben werden. Prozesssicher geht das mit 3D-Lesestationen, da die Kameras inzwischen auch mit logarithmischer Kennlinie verfügbar sind und so eine hohe Unabhängigkeit von den typischen Variationen der Oberflächeneigenschaften erreicht wird. Zur weiteren Verfolgung der Teile in den nächsten Prozessschritten wird meist ein DataMatrix-Code (DMC), in dem zusätzlich eine fortlaufende Nummer integriert ist, aufgetragen. Diese Codierung kann dann in den nachfolgenden Stationen auch mit einfachen Lesegeräten sicher gelesen werden.

Die 3D-OCR Systeme von Octum sind sowohl für statio-

näre (dabei wird die Kamera auf einer oder mehreren Achsen bewegt) als auch für bewegliche Teile einsetzbar. Der 3D-Sensor (Laser, Kamera, Optik, Scheimpflugadapter) wird applikationsspezifisch so ausgelegt, dass für die gegebene Oberfläche die beste Auflösung, größte Dynamik und schnellste Abtastung erzielt wird. In der Praxis können das bei einer Tiefenaufklärung von bis zu 10 µm bis zu 5.000 3D-Bilder pro Sekunde sein. Die Prozess-Ankopplung wird kundenspezifisch ausgelegt, wofür die gängigen Schnittstellen zur Verfügung stehen. Die Bedienoberfläche ist zurzeit in Deutsch, Englisch, Russisch und Spanisch verfügbar.

► **Autor**
Horst Horvath,
Leiter Marketing und Vertrieb

► **Kontakt**
Octum GmbH, Ilsfeld
Tel.: 07062/91494-25
Fax: 07062/91494-34
info@octum.de
www.octum.de