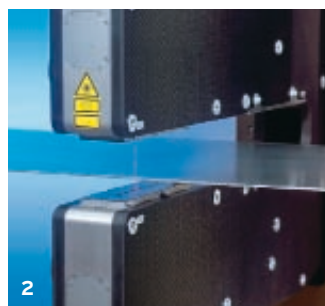


Online-Prüfung von Bändern und Rohren

LASERMESSUNG DIE ONLINE-MESSUNG GEOMETRISCHER GRÖSSEN IN EINER FERTIGUNGSLINIE MIT HOHER PRÄZISION ERSCHLIESST EIN WEITREICHENDES POTENZIAL FÜR DIE AUTOMATION VON QUALITÄTSSICHERUNGSAUFGABEN.

Die Messung geometrischer Größen in einer Fertigungslinie mit hoher Präzision erschließt ein weitreichendes Potenzial für die Automation von Qualitätssicherungsaufgaben und schafft die Basis für signifikante Verbesserungen in der Prozessführung. Die Entnahme von Teilen aus einer Produktionslinie und ihre Prüfung in einem Messlabor liefert zwar verlässliche Werte höchster Genauigkeit, jedoch ist diese Information prinzipiell lückenhaft, da nur Stichproben

prüfbar sind, und zudem ist dieser Ablauf zum Teil oder überhaupt nicht automatisierbar. In der Stahl- und Auto-



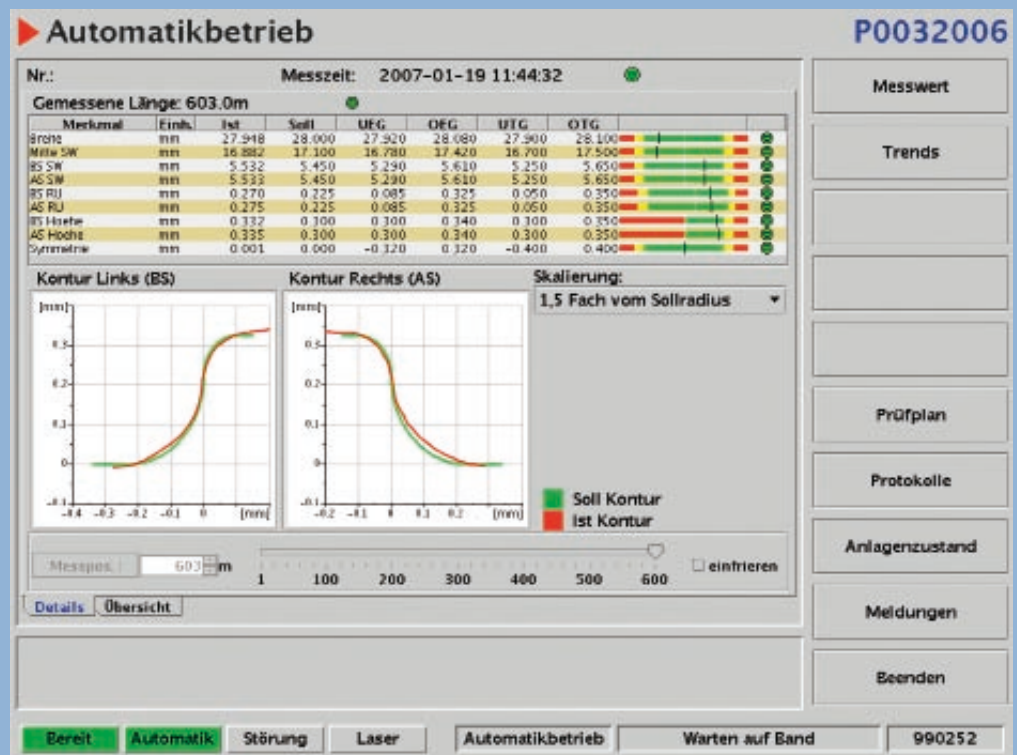
bilproduktion geht der Trend hin zur Online-Prüfung im Prozess mit vollständiger Automation und einer Prüfung jedes gefertigten Teils. Lasermesssysteme sind für diese Aufgabenstellung prädestiniert, da sie in der Lage sind, die Prüfgrößen berührungslos zu erfassen und so eine hohe Flexibilität im Prüfablauf erlauben. Im Folgenden stellen die Autoren, Dr. Reinhard Noll, vom Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen, und Michael Krauhausen von Nokra

Optische Prüftechnik und Automation, Baesweiler, Lasersensoren sowie Lasermesssysteme für die Prüfung geometrischer Merkmale von Bändern und Rohren in der Fertigungslinie genauer vor.

AUFGABENSTELLUNGEN UND MESSPRINZIP

Typische geometrische Prüfgrößen von Bändern und Blechen sind neben Breite und Länge das Dickenquersprofil und die Ebenheit. An Rohren

1_ Laser-Messmaschine für die Online-Prüfung von Schmalband. 1 = Schmalband; 2, 3 = Laser-Lichtschnittsensoren, 4 = Band-führungs-rolle, 5 = Justier- und Kalibrierkörper. 2_ Dickenmessung mit Laserstrahlung an einem kaltgewalzten Blech, Dickenmessbereich 20 mm, Maultiefe 530 mm, Maulweite 100 mm. 3_ Anzeige des Messergebnisses der Online-Profilmessung von Schmalband. Die Soll-Kontur ist grün und die Ist-Kontur rot dargestellt.



3

sind die typischen Prüfgrößen die Geradheit, Rundlauf, Rundheit, Wanddicke, Fasengeometrie sowie die Schweißnahtgeometrie außen und innen. Diese Prüfgrößen können mit Lasertriangulationssensoren erfasst werden. Hierbei erfolgt die Abstands-, Profil- und Formmessung nach der Methode der Lasertriangulation. Bei der Abstandsmessung beleuchtet ein kollimierter Laserstrahl das Messobjekt. Das gestreute Licht wird unter

einem bekannten Winkel mit einer Optik auf einen ortsauflösenden Detektor abgebildet. Der Bildpunkt verschiebt sich, wenn der Laserstrahl in einem anderen Abstand auf das Objekt trifft. Aus der Lage des Bildpunktes und der Kenntnis der Einstrahlrichtung des Laserstrahls kann somit der Abstand des Leuchtflecks auf dem Messobjekt von einer Bezugsebene ermittelt werden. Bei der Profilmessung wird der Laserstrahl als Lichtlinie

geformt. Trifft dieser Strahl auf das Messobjekt, entsteht ein »Lichtschnitt«, der unter einem Winkel auf einen zweidimensional ortsauflösenden Detektor abgebildet wird. Die Kenngrößen von Triangulationssensoren sind in der Norm DIN 32 877 festgelegt.

BÄNDER UND BLECHE MESSEN

Als Anwendungsbeispiele für Lasermesssysteme zur Online-

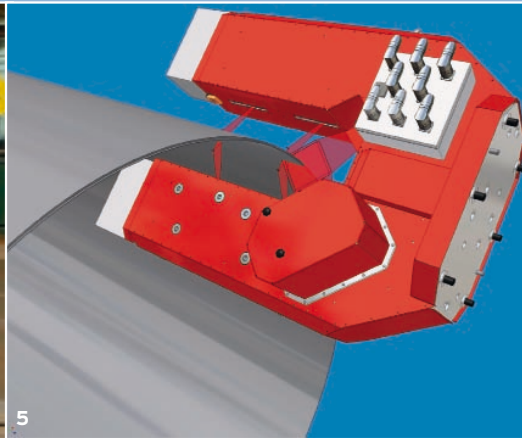
Prüfung geometrischer Merkmale werden Systeme vorgestellt, die die Dicke, das Profil und die Ebenheit von Bändern und Blechen erfassen.

DICKENMESSUNG

Mit Laser-Dickenmessgeräten können Dicken während des Walz- und Weiterverarbeitungsprozesses berührungslos hochgenau bestimmt werden. Ohne negative Beeinflussung des Produktionsprozesses →

storemaster®
Blechhandling
... und das
Blech
kommt
» geflogen «
www.storemaster.de

Die Schublade Die Kassette



4 _ Ebenheitsmessung an Blechen mit Lasern. **5** _ CAD-Zeichnung des C-Rahmens, der mit mehreren Lasersensoren (Abstands- und Profilmessung) ausgestattet ist. Der C-Rahmen wird vom Rohrende her in Messposition gebracht und die Laserstrahlen werden auf die Außenseite, die Rohrkante sowie die Innenseite gerichtet und messen die Prüfgrößen während der C-Messbügel um die Rohrachse rotiert.

können so Regelungs- und Qualitätsdaten online erfasst und weiterverarbeitet werden. In Abhängigkeit von Messabstand und Messbereich wird für die Dickenmessung eine Richtigkeit von besser als 0,02 % des Messbereichs erreicht. Die Dickenmessung gewalzter Bleche und Bänder kann so-

wohl während des Walzprozesses als auch beim späteren Querteilen erfolgen. Während des Walzens liefern die Messergebnisse wertvolles Feedback zur Regelung des Walzprozesses und erlauben gleichzeitig eine Qualitätskontrolle des erzeugten Produkts. Zur Erfassung der Dicke wer-

den die Messwerte synchron auf der Ober- und Unterseite des Blechs aufgezeichnet (siehe Bild 2). Durch eine Kalibrierung des Messgeräts auf einen integrierten Prüfkörper wird vor der Messung der Abstand der oberen und unteren Sensoren zueinander bestimmt.

Die Sensoren sind an einem temperaturstabilisierten C-Rahmen montiert. Dieser C-Rahmen wird zur Messung automatisch in den Transportbereich des Messguts vorgefahren. Während des Ein- und Ausfädelns von Coils bewegt der C-Rahmen sich in ein Schutzgehäuse, wo er vor Beschädigungen geschützt ist. Die Richtigkeit liegt bei ca. 1 µm für einen Dickenmessbereich von 10 mm. Das Laser-Dickenmessgerät erreicht Präzisionen im Bereich von 200 bis 300 nm.

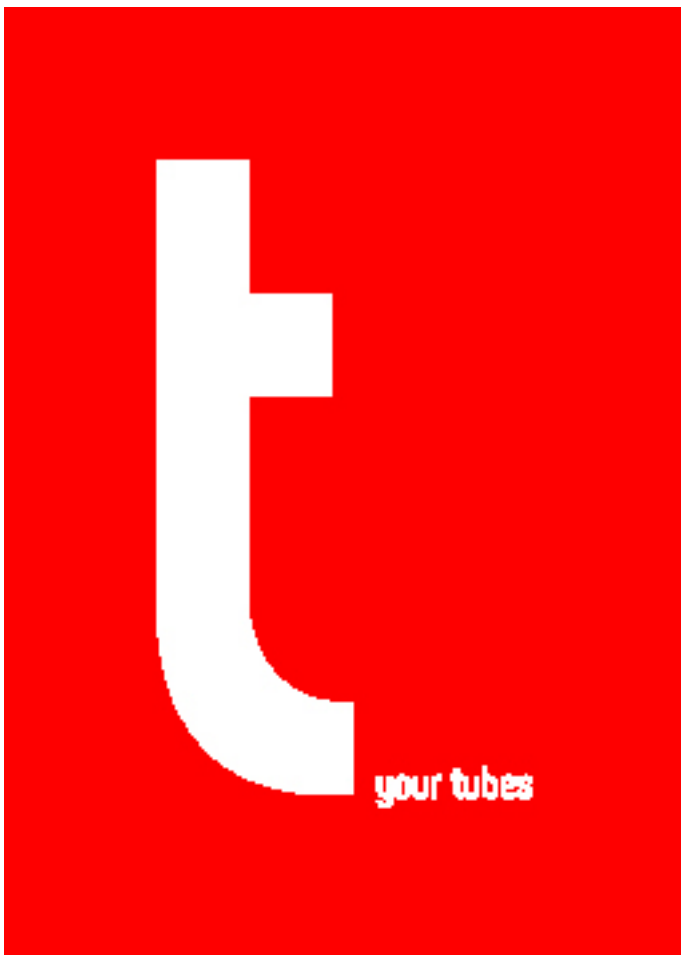
Das berührungslose Messverfahren stellt sicher, dass auch bei empfindlichen Oberflächen keine Beschädigungen in Form von Kratzern entstehen. Ein weiterer Vorteil gegenüber der berührenden Messung ist, dass auch deutliche Dickensprünge im Material problemlos verarbeitet und erfasst werden können. Im Gegensatz zu radiometrischen Verfahren erfolgt die Dickenmessung mit Laser unabhängig von der Legierungszusammensetzung des zu messenden Materials. Vorteile der Banddickenmessung mit Laser sind die kurzen Reaktions-

zeiten, die Unabhängigkeit vom Umgebungslicht und die schnelle Anpassung an verschiedene Oberflächenqualitäten des Messguts. Durch die Möglichkeit zur wegsynchronen Triggerung der einzelnen Messungen ist eine genaue Zuordnung der Messergebnisse zur Messposition auf dem Blech oder Band möglich.

FÜR SCHNELLEN BANDDURCHLAUF

Bei einer Messfrequenz von bis zu 30 kHz können Bänder mit einer Geschwindigkeit von bis zu 2.000 m/min gemessen werden. Unter Produktionsbedingungen in einem Kaltwalzwerk kann mit Laser-Dickenmessgeräten eine Messgenauigkeit besser als 2 µm erreicht werden. Die Messgenauigkeit der Messgeräte wird durch einen Messmittelfähigkeitsnachweis nach etablierten Standards nachgewiesen.

Die Laser-Dickenmessgeräte verfügen über eine Profibus-Schnittstelle, welche eine einfache Einbindung in eine vorhandene Anlagensteuerung des Walzgerüsts oder der Querteilanlage ermöglicht. Eine Steuerung des Messgeräts ist sowohl über den Profibus als auch über eine grafische Benutzerschnittstelle möglich. Auf der grafischen Bedienoberfläche wird fortlaufend die aktuelle Banddicke angezeigt. Weiterhin können die erfassten



Dickenmesswerte über eine Analogausgabe für die Walzwerksregelung zur Verfügung gestellt werden. Die Dickenmessgeräte zeichnen sich durch einen geringen Wartungsaufwand aus.

PROFILMESSUNG

Schmalband wird durch einen Kaltwalzprozess aus den Werkstoffen Feder-, Vergütungs- und Einsatzstahl sowie aus weichem, unlegiertem Stahl hergestellt. Anwendungsfelder dieses Produktes sind z.B. Steuerketten für Nockenwellenantriebe, Sägeblätter, Spiralfedern, Scheibenwischer. Durch seine runden oder trapezförmigen Kanten spart Schmalband in der Weiterverarbeitung einen Arbeitsvorgang ein, es ist endabmessungsnah und gewährleistet auch über große Längen präzise Abmessungen der Toleranzen im µm-Bereich.

Typische Breiten liegen im Bereich von 2 bis 60 mm, die Dicken zwischen 0,08 und 6 mm. Bild 1 zeigt eine Laser-Messmaschine zur Online-Prüfung von Schmalband. Zwei Laser-Lichtschnittsensoren messen das Profil des Schmalbands und ermitteln insgesamt acht geometrische Prüfgrößen. Bild 3 zeigt das Messergebnis mit Darstellung des linken und rechten Radiusprofils, wobei die Soll-Kontur grün und die Ist-Kontur rot dargestellt ist.

EBENHEITSMESSUNG

Bild 4 zeigt eine Fotografie einer Laser-Ebenheitsmessanlage. Die Walzbleche laufen von links kommend in die Messanlage ein. An einem Balken sind nebeneinander mehrere Laser-Lichtschnittsensoren montiert, die drei quer über das Blech laufende Laserlinien auf die Oberfläche des Messobjekts projizieren. Die drei Laserlichtschnitte verlaufen parallel zueinander und sind in Blechbewegungsrichtung versetzt.

Die Messung aller Sensoren erfolgt synchron, sodass der momentane Bewegungszustand des Blechs eingefroren wird. Durch die gleichzeitige Messung der Blechoberfläche an den drei Laserlinien wird zwischen Blecheigenbewegung und Ebenheitsabweichung unterschieden. Aus einer Vielzahl von Einzelmessungen am durchlaufenden Blech wird die Blechebenheit ermittelt.

Durch die hohe Ortsauflösung in Breitenrichtung ist die Messanlage gleichzeitig in der Lage auch die Blechbreite (Format) zu messen. Dargestellt wird eine perspektivische Darstellung der Topographie eines vermessenen Blechs, wie sie auf dem Steuerstand angezeigt wird. Die Graphik wird bereits während des Durchlaufs des Blechs aufgebaut. Bewertet wird die Ebenheit nach der Linealmethode. So sind zum Beispiel ein Einmeterlineal und ein Zweimeterlineal an den Stellen eingezeichnet, an denen die größten Ebenheitsabweichungen aufgetreten sind (diese Stellen sind durch rote Punkte markiert). In der Anzeige wird der numerische Wert der Ebenheit für die beiden Lineale unmittelbar nach dem Durchlauf angezeigt. Zusätzlich wird die Blechlänge und -breite bestimmt.

ROHRE MESSEN

Großrohre werden als Pipelines in unterschiedlichsten Umgebungen wie Wüsten, Wasser und ewiges Eis eingesetzt und müssen sowohl hinsichtlich ihrer Materialeigenschaften als auch ihrer geometrischen Toleranzen hohe Qualitätsanforderungen erfüllen. Die Längen der gefertigten Rohre reichen bis zu 19 m, die Durchmesser liegen im Bereich von 500 mm bis 1.700 mm. Geometrische Prüfgrößen sind beispielsweise: Wandstärke, Durchmesser, Rundheit, Gradheit, Rundlauf, Fasen- und Schweißnahtgeometrie. Herkömmlich werden solche Rohre

mit einer manuellen Messung geprüft. Bild 5 (CAD-Zeichnung des C-Rahmens, der mit mehreren Lasersensoren (Abstands- und Profilmessung) ausgestattet ist. Der C-Rahmen wird vom Rohrende her in Messposition gebracht und die Laserstrahlen werden auf die Außenseite, die Rohrkante sowie die Innenseite gerichtet und messen die Prüfgrößen während der C-Messbügel um die Rohrachse rotiert. Durch die automatisierte Lasermessung entfallen die manuelle Messung und die Handmessmittel, der Personalaufwand ist geringer, die Produktqualität wird automatisch dokumentiert und der Prüfumfang konnte auf mehr als vierzig Prüfmerkmale erweitert werden.

RESÜMEE

In den vergangenen Jahren konnte erfolgreich demonst-

riert werden, dass mit Lasermessanlagen verlässlich Geometriedaten von Bändern, Blechen und Rohren gewonnen werden können. Die Online-Lasermesstechnik ist mindestens gleichwertig im Vergleich zu konventionellen Methoden, in einigen Fällen werden deutlich bessere Ergebnisse erreicht. Laser-Messanlagen sind einfacher in den Fertigungsprozess zu integrieren. Der geringe Wartungsaufwand und die hohe Verfügbarkeit stellen einen wirtschaftlichen Einsatz sicher. Die dynamische Entwicklung neuer Laserstrahlquellen und elektro-optischer Detektoren lassen auch in Zukunft weitere Verbesserungen in den Leistungsmerkmalen der Lasersensoren und der darauf aufbauenden Prüfsysteme erwarten. —

**DR.RER.NAT. REINHARD NOLL
UND MICHAEL KRAUHAUSEN**

t
transfluid
tube processing machines

Wir produzieren:

- Rohrlegemaschinen
- Rohrumformmaschinen
- Automationsysteme
- Rohrtrennmaschinen
- Rohrreinigungsmaschinen

www.transfluid.de