

Michael Krauhausen und Frank Hilbk-Kortenbruck

# Geometrie berührungslos erfassen

und

## Im Produktionstakt



# CLAAS

FERTIGUNGSTECHNIK GMBH

CLAAS Fertigungstechnik GmbH  
Dieselstraße 6  
48361 Beelen  
Tel.: +49 2586 888-0  
Fax: +49 2586 888-7100  
E-Mail: info.cft@claas.com  
www.claas-cft.de



## SENSOREN FÜR DIE ONLINE-PRÜFUNG

# Geometrie berührungslos erfassen

Mit Sensoren in Prüfmaschinen erschließt sich ein bislang nicht zugängliches Automationspotenzial. Aufgrund der berührungslosen Messung können Produktvarianten in kurzer Folge geprüft werden. Ein mechanisches Umrüsten oder das Vorhalten umfangreicher Prüfmittelsätze entfällt, die Prüfmaschine wird automatisch per Software auf das neu zu prüfende Produkt konfiguriert.

Lasersensoren eröffnen neue Wege zum direkten Erfassen geometrischer Größen in industriellen Anwendungen. Mit dem Verfahren der Lasertriangulation können Größen wie Abstand, Dicke, Profil, Winkel, Form und Lochpositionen berührungslos, präzise und schnell im Produktionsprozess gemessen werden. Beispiele

für die Online-Prüfung sind:

- Dickenmessung von Blechen, Bändern, Folien,
- Messung des Querschnitts von gegossenen Barren und Walzprofilen,
- Prüfung geometrischer Merkmale von Stanzteilen,
- Geradheitsmessung von Profilen,
- Ebenheitsmessung von Blechen,
- Prüfung geometrischer Merkmale von Kurbelwellen und Nockenwellen,
- Prüfung der Lage und Anwesenheit geometrischer Merkmale von PKW-Schweißbaugruppen.

Bei diesen Applikationen werden häufig mehrere Lasersensoren gleichzeitig eingesetzt. Diese sind zeitlich auf Bruchteile von Mikrosekunden synchronisiert, so dass unabhängig von einer Relativbewegung zwischen Sensoren und Messobjekt

mit hoher Präzision gemessen werden kann.

Aufgrund der berührungslosen Messung können die Lasersensoren auf einfache Weise mit bewegten Achsen oder Knickarmrobotern kombiniert werden, um so unterschiedliche Bereiche eines Messobjekts abzutasten. Dadurch reduzieren sich die Umrüstzeiten gegenüber klassischen taktilen Verfahren. Zudem verbessert die 100 %-Prüfung jedes gefertigten Teils mit automatisierten lasergestützten Systemen die Prozessführung und steigert die Produktivität.

### Dicke von Metallbändern messen

Die Vorzüge der Dickenmessung von Metallbändern mit Lasersensoren sind: hohe Messfrequenz, hohe Präzision, kei-



ne Kenntnis der Materialzusammensetzung erforderlich, minimaler Wartungsaufwand und einfache Sicherheitsmaßnahmen (kein radioaktives Material und keine Hochspannung erforderlich).

Eine Messeinrichtung mit zwei Lasersensoren misst online die Dicke von Metallbändern unmittelbar im Anschluss an ein Walzgerüst. Die Sensoren messen simultan die Abstände zur Ober- und Unterseite des bewegten Bandes. Aus diesen Messwerten lässt sich die Dicke berechnen.

Die Messfrequenz beträgt bis zu 20 kHz. Im industriellen Routinebetrieb wird eine Präzision der Dickenmessung am bewegten Kaltband von 2,2 µm erreicht.

**Kurbelwellen prüfen:** Mit einer Anordnung mehrerer Lasersensoren in verschiedenen Raumebenen können zwei-



Bild 1. Prüfmaschine für Kurbelwellen: Die Laserstrahlen der Lasertriangulationssensoren sind auf Lager der Kurbelwelle gerichtet

werte berechnet und mit den vorgegebenen Soll-Werten verglichen. Das Prüfergebn wird am Bedienrechner angezeigt. In Abhängigkeit vom Prüfergebn wird die Kurbelwelle von einem Roboter entnommen und weitertransportiert. Die Anlage läuft im 3-Schicht-Betrieb und prüft ca. 1 Million Kurbelwellen pro Jahr. Die automatisierte Prüfung verkürzt die Taktzeit um 40 % gegenüber der herkömmlichen manuellen Prüfung.

**Wellrippen kontrollieren:** Wellrippen sind Komponenten von Autokühlern, die aus dünnen Blechen gestanzt und geformt werden. Durch ihre Formgebung führen sie zu einer lokalen Verwirbelung der vorbeiströmenden Luft und damit zu einem effizienten Wärmeübergang vom Kühl-

mittel zur Umgebungsluft. Geprüft werden müssen die Wellrippenhöhe, der Kiemenwinkel und die offene Fläche, die entscheidend den Wirkungsgrad eines Kühlers beeinflussen. Dazu wurde eine Prüfmaschine mit zwei Lasersensoren und einer Linearachse ausgestattet. Die gewonnenen Ist-Werte werden automatisch mit den Soll-Werten verglichen. Auflösbare Abweichungen betragen bei der Wellrippenhöhe ca. 10 µm und beim Kiemenwinkel 0,05°.

**Schweißbaugruppen prüfen:** Schweißbaugruppen sind Strukturkomponenten einer Pkw-Karosserie, die z.B. das Armaturenbrett und die Lenksäule aufnehmen und entscheidend für das Crashverhalten der Fahrgastzelle sind. Lage und Anwesenheit geometrischer Merkmale wie Funktionsflächen, Bohrungen und Löcher sind in einer Fertigungslinie vollautomatisch zu prüfen. Dazu wird das Mesobjekt in eine Aufnahmehalterung eingelegt und dort mit zwei Laserlichtschnittsensoren vermessen, die von Knickarmrobotern geführt werden (Bild 2). Eine zusätzliche an der Roboterhand montierte Linearachse bewegt den Sensor nach der Roboterpositionierung, um so mit dem Laser-Lichtschnitt den interessierenden Bauteilbereich abzuscanen. Damit ist eine 100%-Prüfung im Produktionstakt möglich. □

- **NoKra Optische Prüftechnik und Automation GmbH**  
Dipl.-Ing. Michael Krauhausen  
T 0 24 01/60 77-0  
mkrauhausen@nokra.de  
www.nokra.de  
Halle 6, Stand 6412

# QM

INFOCENTER

Special zur Online-Prüfung

Ein Special zur prozessintegrierten Messtechnik stellt Applikationen und Messsysteme sowie grundlegende Bücher vor. Zudem bietet es weiterführende Links.

[www.qm-infocenter.de/onlinepruefung](http://www.qm-infocenter.de/onlinepruefung)

bis dreidimensionale Prüfaufgaben gelöst werden. So prüft eine Maschine mit mehreren synchron messenden Lasersensoren gesenkgeschmiedete Kurbelwellen (Bild 1).

Für den Prüfungsvorgang wird die Kurbelwelle gedreht. Während der ersten Drehung nehmen drei Lasersensoren simultan die Messwerte für die Bestimmung der Durchbiegung auf und speichern diese. Parallel wird ein Lasersensor für die Lageerkennung ausgelesen, um die Winkelstellung des zur Lageerkennung ausgewählten Hublagers zu bestimmen. In der zweiten Umdrehung wird die Kurbelwelle entsprechend der gewünschten Ausgabeposition gestoppt.

Unmittelbar nach Beendigung des Messvorgangs sind die Durchbiegungs-



Bild 2. Laser-Lichtschnittsensor an einem Knickarmroboter zur Vermessung von Schweißbaugruppen

## NOCKENWELLENPRÜFMASCHINE

## Im Produktionstakt

An Rotationsteilen müssen neben ein- und zweidimensionalen geometrischen Merkmalen auch dreidimensionale Größen geprüft werden. Dafür entwickelten zwei Unternehmen eine Prüfmaschine mit Lasertriangulationssensoren, die ein schnelles Vermessen und Auswerten im Produktionstakt erlaubt.

Nockenwellen steuern die Einlass- und Auslassventile von Verbrennungsmotoren. Ein modernes Fertigungsverfahren ist der Bau von Nockenwellen aus einzelnen Bauteilen, wie Tragrohr, Nocken, Sensorring, Axiallager, Antriebsrad und weiterer Komponenten. Die gebauten Nockenwellen sind vor der Endbearbeitung auf unterschiedliche geometrische Merkmale zu prüfen, beispielsweise Nockenwinkel, Nockenform, Axialposition, Rundlauf, Durchmesser, Planlauf etc. (Bild 1).

Konventionell werden Nockenwellen mit tastenden Prüfeinrichtungen geprüft. Dabei wirken sich die langen Rüstzeiten und die hohe Störanfälligkeit nachteilig aus.

Ein Fertigungsbetrieb stellt an eine Prüfmaschine folgende Anforderungen:

- Prüfbjekte mit schwarzen bis metallisch glänzenden Oberflächen,
- 100 %-Prüfung, d. h. jedes gefertigte Teil wird geprüft,
- Prüfung aller Merkmale ohne Sonderspannmittel,

## Seminar zur Lasermesstechnik

Lasermesstechnik für die metallverarbeitende Industrie heißt ein Seminar der Reihe „Aachener Laser Seminare“, das am 26. Mai 2004 in Aachen stattfindet.

Das Seminar ist eine Kooperation zwischen dem Carl Hanser Verlag, München, und dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik (ILT), Aachen. Im Anschluss sind individuelle Gespräche mit den Experten des Fraunhofer ILT möglich. Nähere Informationen und Anmeldung unter:

[www.aachener-laser-seminare.de](http://www.aachener-laser-seminare.de)

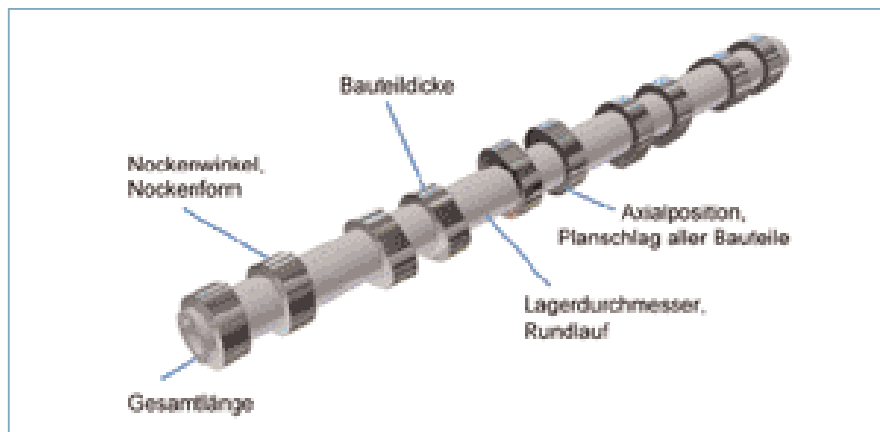


Bild 1. An gebauten Nockenwellen müssen vor der Endbearbeitung verschiedene geometrische Merkmale geprüft werden

- automatisches Be- und Entladen der Prüfmaschine,
- kurze Prüf- und Handhabungszeiten der Prüfbjekte,
- Fähigkeitsindices  $c_g, c_{gk} > 1$ ,
- Prüfort: in der Fertigungshalle,
- Fertigungstoleranzen (typische Werte): Bruchteile von Millimetern, wenige Zehntel Grad.

Für diese Aufgabe entwickelten Claas Fertigungstechnik, Beelen, und NoKra Optische Prüftechnik, Baesweiler, eine Prüfmaschine (Bild 2). Ein Roboter übernimmt das Be- und Entladen der Messmaschine. Die zu prüfende Nockenwelle mit einer Länge von 300 bis 700 mm wird zwischen zwei Messspitzen aufgenommen und für den Prüfvorgang mit einer Frequenz von 3 bis 6 Hz gedreht. Auf einem parallel zur Nockenwelle verfahrbaren Schlitten (1 m/s) sind drei Lasersensoren montiert, deren Messstrahlen aus unterschiedlichen Orientierungen auf die Nockenwelle gerichtet sind. Auf diese Weise können auch die Axialpositionen der Nocken und anderer Bauteile der Welle vermessen werden. Spannvorrichtung und Achsen sind auf einer Maschinenstruktur aus Granit aufgebaut, um eine stabile Messanordnung zu gewährleisten.

Eine Prüfmaschine prüft ca. 1 Million Nockenwellen pro Jahr. In einer Messzeit von 12 s werden insgesamt 60 geometrische Merkmale erfasst, die Messfrequenz

der Lasersensoren beträgt bis zu 30 kHz. Die Prüfmaschine erfüllt die Anforderungen an die Messmittelfähigkeit nach etablierten Standards ( $c_g, c_{gk} > 1$ ). □

- Claas Fertigungstechnik GmbH  
Dipl.-Phys. Frank Hilbk-Kortenbruck  
T 0 25 86/8 88 71 75  
[frank.hilbk@claas.com](mailto:frank.hilbk@claas.com)  
[www.claas-cft.de](http://www.claas-cft.de)  
Halle 6, Stand 6412



Bild 2. Die Nockenwellenprüfmaschine mit Lasersensoren vermisst die Formen und Positionen der Nocken