

Projekt

Interferometrische Abstandssensorik mit autonomen Subsystemen für Präzisions-Inline-Messungen zur Regelung automatisierter Fertigungsprozesse (INSPIRE)

Koordinator:

Dr. rer. nat. Stefan Hölters
Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT
Steinbachstr. 15
52074 Aachen
Tel.: +49 241 8906-436
E-Mail: stefan.hoelters@ilt.fraunhofer.de

Projektvolumen:

ca. 1,1 Mio. € (Förderquote 53,5%)

Projektlaufzeit:

01.04.2017 bis 30.09.2020

Projektpartner:

- ➔ Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT, Aachen
- ➔ LSA – Laser Analytical Systems & Automation GmbH, Aachen
- ➔ HIGHYAG Lasertechnologie GmbH, Kleinmachnow
- ➔ Friedrich Vollmer Feinmeßgerätebau GmbH, Hagen
- ➔ Beratron GmbH, Aachen

Mehr Funktionen zu geringeren Kosten durch eine konsequente Digitalisierung

Digitalisierung der Technik bezeichnet die Ergänzung und Erweiterung der Technik mit elektronischer Datenverarbeitung in nahezu allen Anwendungsbereichen. Ob in Fernseher, Radio, der Waschmaschine oder dem Automobil, nahezu überall in unserer Alltagstechnik und in noch weit höherem Maße in der industriellen Anlagen- und Produktionstechnik verrichten zahllose Mikroprozessoren ihren Dienst. Der wesentliche Mehrwert der eingebetteten Mikroelektronik liegt sowohl in der Automatisierung von Einstell-, Regelungs-, Auswertungs- und Überwachungsaufgaben als auch einer enormen Erhöhung des Funktionsumfangs technischer Geräte.



Bild 1: Die Digitalisierung erlaubt eine weit engere Verbindung zwischen optischen, elektronischen und mechanischen Funktionsebenen, als dies bislang der Fall war, hier am Beispiel eines Objektivs. (Quelle: iStock)

Die Optischen Technologien erfahren durch die Digitalisierung einen bedeutenden Wandel. Beispielsweise liefern optische Messsysteme heute dank moderner elektronischer Unterstützung wesentlich umfangreichere und präzisere Informationen, da weit aufwändigere Auswertungsalgorithmen verwendet werden können, als noch vor wenigen Jahren. Die Photonik ist jedoch nicht nur Nutzer, sondern auch ein wesentlicher Treiber der Digitalisierung. Die Datenerfassung mit optoelektronischen Sensoren, die optische Informationsübertragung und schließlich die Darstellung von Information bedürfen modernster optischer Technologien, ohne die unsere digitalisierte Welt nicht vorstellbar wäre.

Präzise und effizient fertigen

Die Toleranzen metallischer Halbzeuge und Bauteile liegen für hochpräzise Werkstücke heute im Bereich einiger Mikrometer. Im Sinne einer energie- und ressourcensparenden Fertigung, die praktisch keinen Ausschuss mehr produziert, ist es erforderlich, die Maßhaltigkeit nicht nur zuverlässig, sondern direkt im Fertigungsprozess inline zu prüfen. Einem Driftverhalten im Maschinengerüst oder dem Verschleiß von Werkzeugen kann so durch automatisierte Anlagenregelungen unmittelbar entgegengewirkt werden. Inline-Messverfahren, die heute zur Regelung der Fertigung genutzt werden, erreichen allerdings noch nicht die zur Qualitätssicherung erforderliche Genauigkeit.

Abstandssensoren messen dimensionelle Spezifikationen metallischer Präzisionswerkstücke wie Längen, Dicken, Durchmesser, Tiefen, Profile, Rauheit usw. Optische Verfahren sind für Inline-Abstandsmessungen prädestiniert, da sie flexibel einsetzbar sind und das zu vermessende Werkstück nicht berühren.

Digitale Optik misst mit Submikrometer-Genauigkeit

Interferometrische Methoden messen Abstände mit höchster Genauigkeit. In Vorversuchen zur Vermessung von Metallbändern, Einschweißtiefen und Nockenwellen wurden die Parameter einer absolut-messenden interferometrischen Abstandssensorik von erfahrenen Mitarbeitern entsprechend der jeweiligen Messaufgabe optimal eingestellt, aber es bestand keine Möglichkeit, die Parametrierung während der Messung innerhalb von Millisekunden oder sogar Mikrosekunden an sich dynamisch ändernde Werkstückeigenschaften anzupassen.

Im Mittelpunkt des geplanten Förderprojekts zur „Digitalen Optik“ steht die Wechselbeziehung zwischen der Messstrahlung der interferometrischen Sensorik und den Rückstreuungseigenschaften der Werkstücke mit technischen Oberflächen. In die interferometrische Sensorik werden drei autonom arbeitende Subsysteme integriert, deren Regelzeitkonstanten sich um ca. sechs Größenordnungen unterscheiden, um auf verschiedene Oberflächenbeschaffenheiten (Rauheit, Absorptionsvermögen), komplexe geometrische Werkstückformen (Stufen), Relativbewegungen zwischen Sensorik und Werkstück (Schwärbewegung) und Änderungen der Neigung der Oberfläche (Schrägen) zu reagieren.

Ziel der Arbeiten des Projekts INSPIRE ist die Bereitstellung einer absolut-messenden interferometrischen Abstandssensorik zur gleichzeitigen Erfassung makroskopischer und mikroskopischer geometrischer Werkstückeigenschaften metallischer Halbzeuge im Fertigungsprozess. Zur Steigerung des Dynamikumfangs um das 20-fache werden erstmals drei Subsysteme in die Sensorik integriert, die ihre Parameter in Echtzeit an die oben genannten Eigenschaften des zu vermessenden Werkstücks in einer Fertigungslinie anpassen. Diese drei opto-elektronischen Regelkreise reagieren auf verschiedene Ursachen sich dynamisch ändernder Rückstreuungseigenschaften des Messobjekts, so dass innerhalb eines Messbereichs von mindestens 20 mm zukünftig nicht nur unter Laborbedingungen, sondern auch unter Produktionsbedingungen eine Messunsicherheit von 250 nm erreicht wird.



Bild 2: INSPIRE-Sensorik für die Prüfung von Form- und Lagetoleranzen an Nockenwellen. (Quelle: Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT)