



Inline-Messtechnik für Mikrozahnräder

Den Wälzfräsprozess adaptiv regeln

Geräusch- und Vibrationsreduktion von Dentalinstrumenten ist eines der Ziele des wbk Instituts für Produktionstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) mit dem weltweit agierenden Hersteller für Dentalprodukte und -technik, Dentsply Sirona. Im Projekt „ProIQ“ werden durch die Integration von Inline-Messtechnik Ansätze für die Qualitätssicherung von Mikrozahnradern untersucht. Zum Einsatz kommt das optische KMG μ CMM von Bruker Alicona.

Kathrin Podbrechnik

Die großen Herausforderungen für Fertigungsbetriebe sind bekannt: Die Miniaturisierung und der steigende Einsatz hochpräziser Bauteile mit Toleranzen von wenigen μ m stellen Betriebe vor große Aufgaben. Vivian Schiller und Daniel Gauder, Doktoranden am wbk Institut für Produktionstechnik

des KIT, erforschen für den internationalen Dentalprodukthersteller Dentsply Sirona intelligente Qualitätsregelkreise, Messtechnik (Inline und In-Prozess) sowie Bauteil-Paarungsstrategien für die Produktion von Hochpräzisionsbauteilen. Klare Ziel ist es, Qualitätsregelkreise im Sinne des

Closed Loop Manufacturing zu schaffen: Die Integration von In-Line-Messtechnik in Produktionssysteme verbessert die Produktqualität und steigert die Effizienz in der Produktion.

Das BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) fördert im Rahmen



Bild 1. Vivian Schiller (Foto) und Daniel Gauder, Doktoranden am wbk Institut für Produktionstechnik des KIT, erforschen für den internationalen Dentalprodukt hersteller Dentsply Sirona intelligente Qualitätsregelkreise, Messtechnik (Inline und In-Prozess) sowie Bauteil-Paarungsstrategien für die Produktion von Hochpräzisionsbauteilen. © privat

seines Photonik-Programms diese Arbeiten, die unter anderem die Eignung des optischen Koordinatenmessgerätes μ CMM von Bruker Alicona im genannten Umfeld überprüfen.

Reduzierte Vibration von Dentalinstrumenten

Nach der anfänglichen Installation am Institut des KIT wurde das μ CMM direkt in die Produktionsumgebung von Dentsply Sirona in den „Shop-Floor“ integriert. „Im Rahmen des Projektes ProIQ vermessen wir die Oberflächentopografie von Mikrozahnradern mit Evolventenprofil im Modulbereich kleiner 0,3. Der Fokus liegt dabei auf den Zahnflanken. Geometrische Parameter werden anschließend aus den erfassten Punktwolken extrahiert. Außerdem leiten wir funktionsorientierte Parameter, wie beispielsweise die Drehwegabweichung, aus den Punktwolken ab“, erklärt Vivian Schiller. Möglichst geringe Abweichungen führen etwa zu einer reduzierten Vibration von Dentalinstrumenten – was Zahnärzten und Patienten gleichermaßen zugutekommt.

Zu beachten sind die Oberflächen der metallischen Bauteile – Stichwort: Reflexionen –, aber auch deren steile Flanken. Vivian Schiller: „Der Zahnfußbereich stellt die

größte Herausforderung dar, da die einander gegenüber liegenden Flanken einer Zahnücke in diesem Bereich zusammenlaufen.“ Um dafür das passende Messsystem zu finden, wurden im Rahmen der Projektvorbereitungsphase auch andere Systeme in Betracht gezogen.

Allgemein spielen im Bereich der Mikroverzahnungsmesstechnik verschiedene Kriterien wie Messgeschwindigkeit, Messunsicherheit, aber auch die Informationsdichte eine entscheidende Rolle. Während taktile Verfahren bereits seit langer Zeit mit geringen Messunsicherheiten eingesetzt werden, stellt speziell die In-Line-Integration aufgrund der filigranen Geometrien eine Herausforderung dar. Volumetrische Messsysteme liefern einen hohen Informationsgehalt und ermöglichen die 3D-Erfassung auch mit Hinterschneidungen, haben aber auch eine relativ hohe Messunsicherheit und benötigen längere Messzeiten.

Das μ CMM punktete schließlich mit der Fokus-Variation: „Wenn das Werkstückmaterial optisch kooperativ ist und vorliegende Hinterschneidungen keine Ausschlusskriterien sind, bietet die Fokus-Variation berührungsfreie, flächige Messaufnahmen mit hoher Messpunktdichte“, so Vivian Schiller. Bei der Evaluierung der unterschiedlichen Systeme wurde vor allem auf eine kurze Messzeit und geringe Messunsicherheit Wert gelegt.

Klarer Benefit der Messungen: Auf Basis der In-Line erfassten Messdaten können Norm-Parameter (VDI/VDE 2612) und funktionsbeschreibende Parameter (nach Einflanken-Wälzprüfung VDI/VDE 2608) abgeleitet werden. Auch nachhaltige Quali-

tätsverbesserungen lassen sich erzielen: Ausgehend von den ausgewerteten Parametern kann der Wälzfräsprozess adaptiv geregelt werden, was eine erhöhte Bauteilqualität bei geringerem Ausschuss bedeutet.

KI zur Funktionsvorhersage des gesamten Produkts

In Zukunft möchte das Forscherteam des KIT vermehrt auf Künstliche Intelligenz (KI) setzen. Neben der adaptiven Regelung des Wälzfräsprozesses wird eine Methode zur adaptiven Montage von Mikrozahnradern entwickelt: Basierend auf den Messdaten und den aus den Punktwolken abgeleiteten Merkmalen sollen KI-Modelle die Funktion von möglichen Mikrozahnradpaaren vorhersagen. Daran anschließend kann ein Optimierungsalgorithmus eine individuelle bzw. selektive Montage der produzierten Zahnräder ermöglichen.

Inline-Fähigkeit als Voraussetzung für Closed Loops

Als erstes rein optisches Koordinatenmessgerät ermittelt das μ CMM von Bruker Alicona mit einem Sensor Maß, Lage, Form und Rauheit von Bauteilen, unabhängig von Material und Oberflächenbeschaffenheit. Die Fokus-Variation ermöglicht die optische, hochauflösende 3D-Oberflächenmessung im Mikro- und Nanobereich, während Bauteile mittels Vertical Focus Probing erstmals optisch seitlich (auch bei Flanken mit mehr als 90°) vollflächig angetastet werden können. Dank einer Reihe von System- und Technologieeigenschaften ist die Integration in eine Closed-Loop Ferti- >>>



Bild 2. Das Bruker Alicona μ CMM wird im Rahmen des Projekts ProIQ zur Umsetzung adaptiver Produktionsstrategien eingesetzt. © Dentsply Sirona

INFORMATION & SERVICE

AUTORIN

Kathrin Podbrecnik ist bei Bruker Alicona zuständig für Marketing & Communications.

PROJEKT

Im Projekt ProIQ arbeiten Experten des wbk Instituts für Produktionstechnik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) mit Experten des Hersteller für Dentalprodukte und -technik, Dentsply Sirona zusammen. Es geht darum, dass Schlüssel-funktionen in komplexen Baugruppen häufig nur durch Hochpräzisionsbauteile realisiert werden können. Dabei bewegen sich die Hersteller im Spannungsfeld zwischen hohen Qualitätsanforderungen, Kostendruck und Variantenvielfalt. Besonders herausfordernd sind komplexe Bauteilgeometrien mit funktionskritischen Toleranzen < 5 µm. Im Projekt sollen daher anhand von zwei Anwendungsfällen aus Medizintechnik (Sirona) und Automotive (Bosch mit Zulieferer Mesa Parts) erstmals adaptive Produktionsstrategien werks- und unternehmensübergreifend angewandt werden, um Qualität und Ausbringungsrate zu steigern.

KONTAKT

Alicona Imaging GmbH
T +43 316 403010 700
www.alicon.com
Control Halle 5, Stand 5401

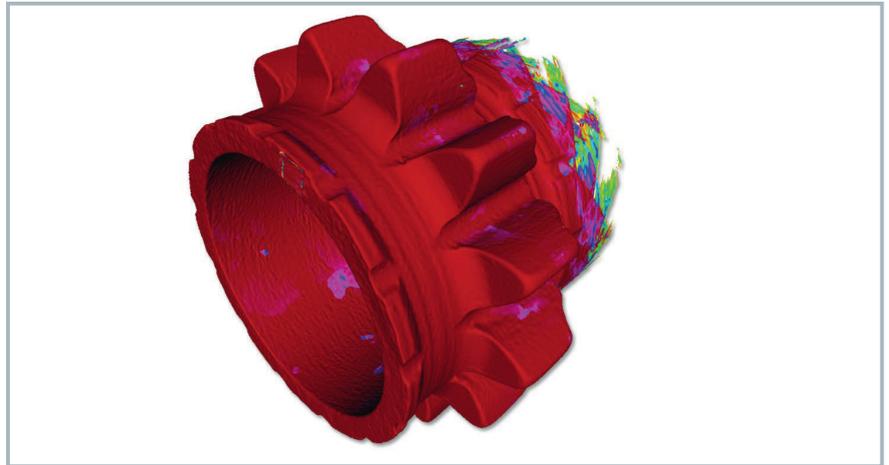


Bild 3. In Zukunft möchte das Forscherteam vermehrt auf Künstliche Intelligenz setzen. Neben der adaptiven Regelung des Wälzfräsprozesses wird eine Methode zur adaptiven Montage von Mikrozahnradern entwickelt: Basierend auf den Messdaten sollen KI-Modelle die Funktion von möglichen Mikrozahnradpaaren vorhersagen. © KIT

gungsstrategie möglich: Eine robuste Technologie in Kombination mit einem stabilen, produktionsgerechten Hardware-Aufbau des Messsystems sowie Automatisierungsoptionen ermöglichen wiederholgenaue Messungen in Produktionsumgebungen. Dazu kommt eine einfache und benutzer-unabhängige Handhabung, die auf die Bedienung in der Fertigung ausgelegt ist. Für die verschiedenen Automatisierungsoptionen wird das µCMM mit einem Roboterarm erweitert, um Bauteile aufzunehmen, zu platzieren, zu messen und zu sortieren. Innerhalb kurzer Zeit kann damit ein kompletter Automatisierungsprozess etabliert werden.

Vernetzung für selbstoptimierende Produktion

Die Möglichkeit, das Messsystem an bestehende IT-Systeme anzubinden und dadurch auch das Konzept von „machine to machine“-Kommunikation umzusetzen, rundet das Anforderungsprofil hinsichtlich Closed Loop ab. Schnittstellen wie .net Remoting und unterschiedliche Anbindungsmöglichkeiten (z.B. QDAS) oder eine CAD CAM-Anbindung sorgen für die Vernetzung und Kommunikation mit bestehenden Produktionssystemen, Maschinen und Qualitätsmanagementsystemen. ■

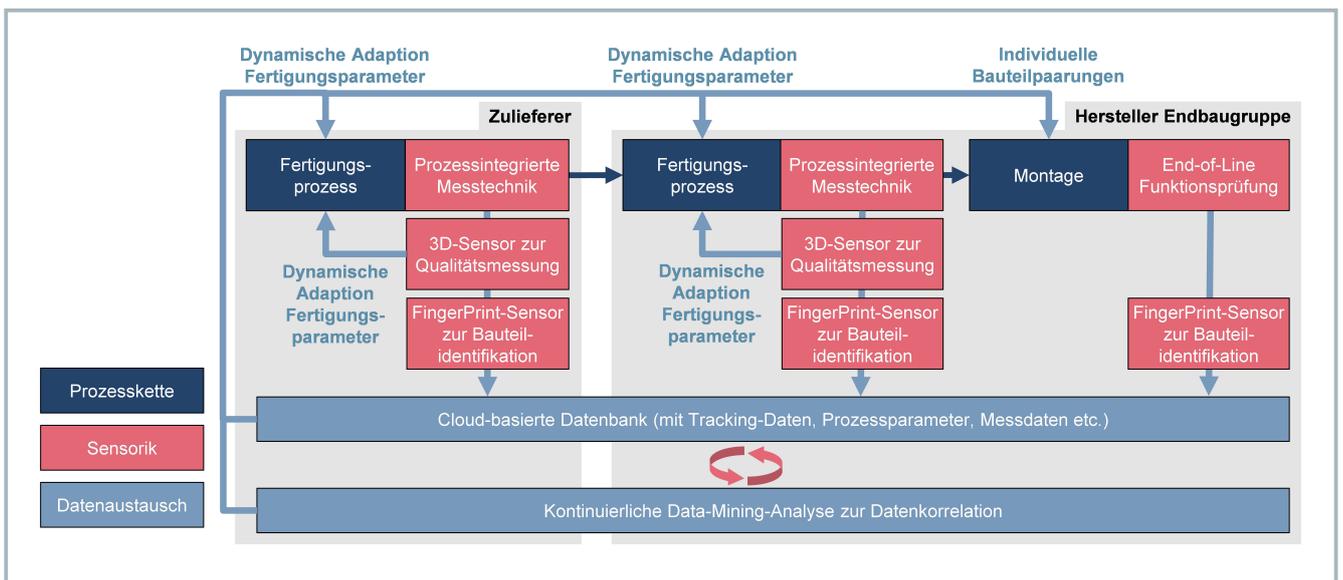


Bild 4. Im Projekt sollen anhand von zwei Anwendungsfällen aus Medizintechnik (Sirona) und Automotive (Bosch mit Zulieferer Mesa Parts) erstmals adaptive Produktionsstrategien werks- und unternehmensübergreifend angewandt werden, um Qualität und Ausbringungsrate gleichzeitig zu steigern. © BMBF ProIQ