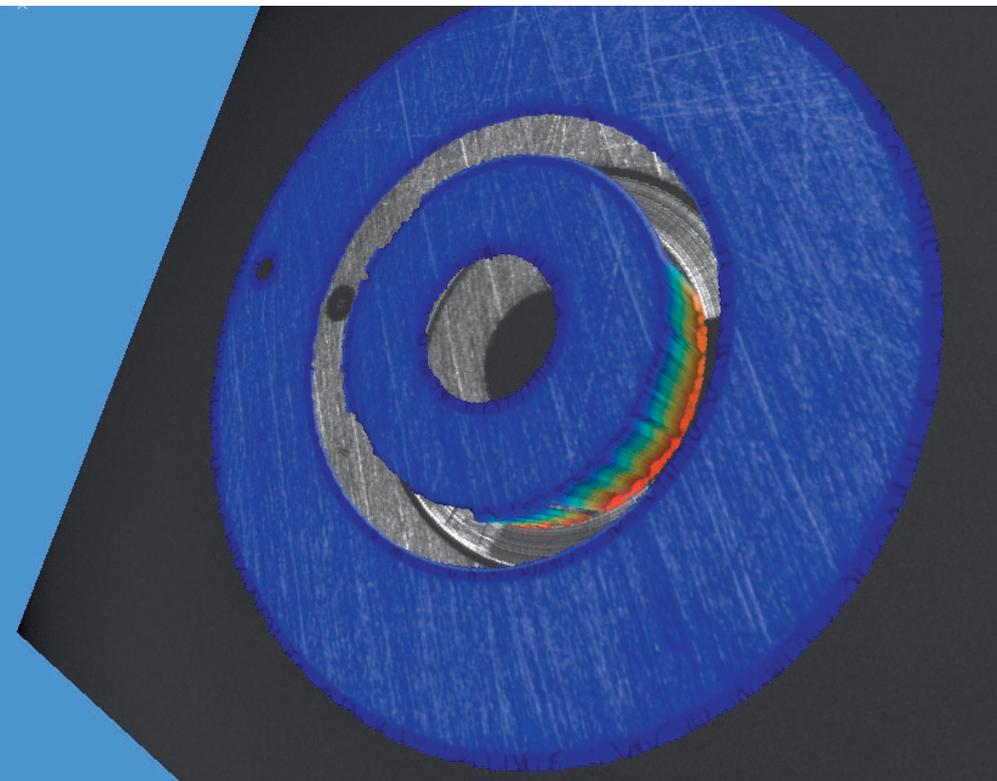


Qualität im Sekundentakt

Optische Oberflächenmessung in der Fertigung mit Weißlicht-Interferometrie



Der Einsatz optischer Messtechniken in der Qualitätssicherung nimmt kontinuierlich zu – überall dort, wo schnelle und genaue Ergebnisse gefordert sind. Bei der Bestimmung von 3D-Oberflächenprofilen mit optischen Methoden erhält man sehr schnell die komplette Topographie und damit wesentlich mehr und aussagekräftigere Informationen als durch die bei tastenden Messmethoden erhaltenen Linienprofile.

Mit taktilen Methoden ist die Bestimmung der Topographie einer Fläche sehr zeitaufwändig, da Flächen aus einzelnen Linien zusammengesetzt werden müssen. Ein anschauliches Beispiel ist die Vermessung von Bearbeitungsspuren. Diese sind meistens räumlich gerichtet und je nach der Richtung der Linienprofile erhält man sehr unterschiedliche Ergebnisse. Letzteres gilt beispielsweise für die Bestimmung der Ebenheit, die davon abhängt, ob man parallel oder senkrecht zur Bearbeitungsrichtung misst. Auch wenn kurze Taktzeiten gefordert werden, stoßen tastende Verfahren an ihre Grenzen. Dies sind die wichtigsten Gründe, warum optische Messverfahren für die Topographie immer häufiger in der Qualitätssicherung eingesetzt werden.

Optisch messen: Berührungslos und flächenhaft

Die Weißlicht-Interferometrie (auch Coherence Scanning Interferometry genannt) ist für diese Aufgaben ideal geeignet, denn sie ermöglicht die Messung bei großen Gesichtsfeldern mit interferometrischer Genauigkeit in vertikaler Richtung. Bei Weißlicht-Interferometern ist die Messgenauigkeit unabhängig vom Gesichtsfeld und man kann einen parallelen Strahlengang ohne Abschattierungen realisieren. Dadurch können auch tief liegende Flächen erreicht und sehr nah bis zum Rand charakterisiert werden. Durch die möglichen großen Arbeitsabstände lässt sich ein großes Messvolumen erreichen.

So besitzt beispielsweise das TMS-100 TopMap Metro.Lab einen Scanbereich von 70 mm bei einem Gesichtsfeld von 38 mm x 28 mm. Damit lassen sich Stufenhöhen von bis zu 70 mm mit einer Messunsicherheit von wenigen Mikrometern bestimmen.

Beispiel: Vermessung von Bauteilen für Piezo-Einspritzdüsen

Piezo-Einspritzdüsen sind kritische Bauteile in Verbrennungsmotoren. Im vorliegenden Beispiel sollten zwei separate Flächen des Bauteils bei einer Taktrate von ca. 5 s als 3D-Profil aufgenommen und hinsichtlich Ebenheit, Parallelität und Abstand ausgewertet werden. Dabei war eine Wiederholpräzision von ca. 100 nm gefordert. Das Ergebnis ist in Bild 1 zu sehen. Die beiden Flächen werden präzise getrennt erfasst, um die genannten Parameter zu bestimmen.

Beispiel: Ebenheitsmessungen an Dichtflächen

Bei der Ebenheitsmessung an einem Werkstück mit Dichtflächen (Bild 2) zeigte sich, dass auch Werte von den Seitenwänden aufgenommen werden (großes Bild links). Da diese nicht in die Auswertung einfließen dürfen, werden sie durch eine geeignete Maske ausgeblendet. Für die beiden Flächen zusammen wurde eine Ebenheit von 2,5 µm (Bild 3) ermittelt. Die Linienprofile ergaben dagegen jeweils eine kleinere Ebenheit (1,2 µm bzw. 1,6 µm), weil die höchste bzw. tiefste Stelle der Oberflächen durch die Linienprofile nicht getroffen wurde (Bild 4). Dies zeigt die Notwendigkeit, bei Präzisionswerkstücken die gesamte Fläche zu berücksichtigen, um Schlechteile sicher identifizieren zu können.

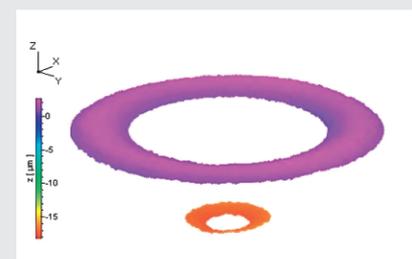


Bild 1: Ebenheit und Parallelität zweier Ringflächen eines Werkstücks in Piezo-Einspritzdüsen. Die Höhe wird durch die Farben repräsentiert.

Einsatz in der Qualitätssicherung – praktische Aspekte

In der Praxis wird durch eine geeignete Programmierung der Ablauf des Prüfverfahrens einfach und sicher. Mit Hilfe der Software werden beispielsweise die interessierenden Flächen automatisch ausgewählt und ausgewertet. Eine entsprechende Benutzeroberfläche erlaubt auch unerfahrenen Nutzern eine Gut-/Schlecht-Analyse und den Export der relevanten Daten in die Qualitätssicherungssoftware, beispielsweise zur Erstellung von Qualitätssicherungskarten. Polytec stellt hierzu eine umfangreiche Bibliothek für C#-Programme zur Verfügung. Die meisten Anwender lassen solche Add-Ins jedoch vom Messgerätehersteller entwickeln. Hierdurch ist auch sichergestellt, dass der Auswerte-Algorithmus für die Werkstücke hinsichtlich Genauigkeit und Wiederholpräzision stabil und vergleichbar ist sowie keine zusätzlichen Fehler auftreten.

Eine intensive Zusammenarbeit zwischen Anbieter und Nutzer ist natürlich auch erforderlich, wenn ein Messgerät in die Linie integriert werden soll. Hier sind nicht nur die Schnittstellen genau zu definieren, sondern auch die Umgebungseinflüsse auf die Messung in der Fertigungshalle. Bild 5 zeigt zum Beispiel die Schwingungen, die bei der Beladung der Messstation auftreten. Sie sind zwar nach weniger als einer Sekunde abgeklungen, müssen aber beim Messablauf berücksichtigt werden.

Sekundengenaue Taktzeiten

Je nach Werkstück und Messaufgabe ergeben sich unterschiedliche Zeitabläufe. Für Piezo-Einspritzteile konnten die

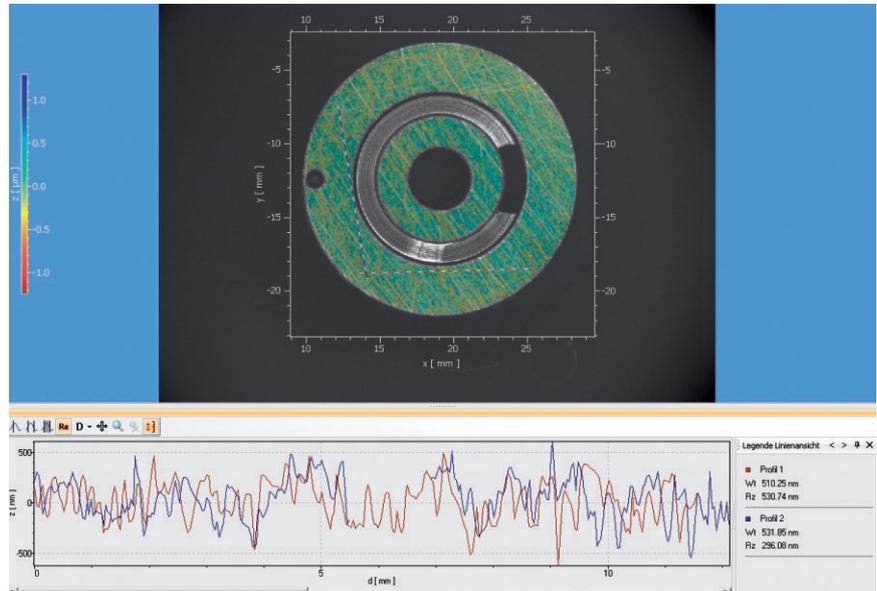


Bild 4: Linienprofile entlang zweier Schnitte des Werkstücks

folgenden Prüfzeiten verifiziert werden:

- 1 – 2 s beladen und abklngen
- 1 – 2 s schnelle Messung zum Auffinden der Höhe der Flächen
- 2 – 3 s präzise Vermessung der interessierenden Oberflächen
- 2 – 3 s Berechnung und Entladung

Bei größeren Höhendifferenzen können die Zeiten auch länger sein. Häufig sind die Taktzeiten nicht sekundenkritisch, weil nur Stichproben gemessen werden. Wenn die Prüflinge nicht in einen Messraum gebracht werden sollen, kann auch eine geschützte Messstation fertigungsnah eingesetzt werden. Hierin lassen sich Werkstücke auf Paletten sequentiell charakterisieren.

Resümee

Diese Beispiele zeigen, dass mit dem Einsatz der optischen Oberflächenmesstechnik in der Qualitätsprüfung eine hohe Messgenauigkeit erreicht und parallel dazu die Messzeiten im Vergleich mit herkömmlichen Verfahren drastisch verkürzt werden können.

Autor · Mehr Info

Dr. Wilfried Bauer, Polytec GmbH
oms@polytec.de

Dieser Artikel basiert auf der Veröffentlichung „Wo Qualität zählt: Optische Oberflächenmessung in der Fertigung“, Industrial Quality 6/2011.

Mehr Info: www.topmap.de

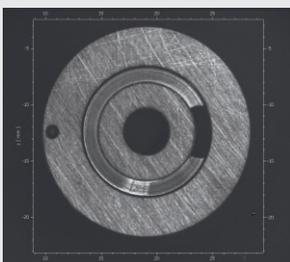


Bild 2: Kamerabild eines Werkstücks mit Dichtflächen

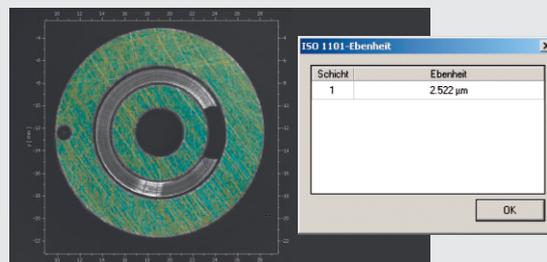


Bild 3: Ebenheitsmessung an dem Werkstück (ISO 1101)

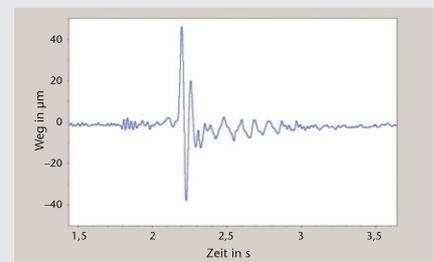


Bild 5: Abklingverhalten von Schwingungen nach Beladung mit einem Werkstück