



Weniger Zähne knirschen

Werkstücke mit Verzahnungsgeometrien vollflächig auswerten

Die konventionelle Messung von Werkstücken mit Verzahnungsgeometrien beschränkt sich auf diskrete Punkte entlang der Profil- und Flankenlinien und ist zeitaufwändig. Moderne Koordinatenmessgeräte mit chromatischen Abstandssensoren oder Röntgen-Computertomografie erfassen die gesamte Werkstück-Oberfläche mikrometergenau.

Schirin Heidari Bateni

Die Verwendung von Elektromotoren hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Zudem haben sich die Anforderungen, die an moderne Motoren und Getriebe gestellt werden, deutlich

erhöht. Der Messtechnik stellt sich somit die Aufgabe, sich mit immer kleineren Werkstückabmessungen, immer höheren Stückzahlen und mit immer engeren Toleranzen auseinander zu setzen. Zusätzlich

steht die Laufruhe von Getrieben besonders bei hohen Drehzahlen vermehrt im Vordergrund. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, reichen die konventionellen Verzahnungsmessmethoden nicht mehr aus.



Durch die etablierte taktile Messung kann für jeden Zahn, genauso wie für das Zusammenspiel aller Zähne im Lauf, die Qualität der Verzahnung bestimmt werden. Die taktile Messung orientiert sich allerdings an der konventionellen Fertigung, wie beispielsweise dem Wälzfräsen. Ferti-

gungsbedingt treten hier die Fehler periodisch auf, sodass in der Regel eine Messung in der Mitte des Zahnes an Profil- und Flankenlinie an drei bis vier Zähnen gleichverteilt am Umfang ausreicht, um die Qualität der Verzahnung zu bewerten. Da kleine Zahnräder für Elektromotoren und kleine Getriebe im Kunststoffspritzgussverfahren hergestellt werden, können alle Zähne des Zahnrades unterschiedliche Fehler aufweisen. Eine Regelmäßigkeit tritt hier nicht auf. Dies macht es notwendig, alle Zähne des Rades oder den gesamten Zahnverlauf einer Schnecke zu prüfen. Gepaart mit der bei Kunststoffrädern häufigen hohen Anzahl von Zähnen entstehen lange Messzeiten für jedes Zahnrad.

Kleine Module und geringe Werkstückabmessungen von nur wenigen Millimetern erschweren zusätzlich die Handhabung sowie die Zugänglichkeit der Profile für klassische Tasterysteme. Bei der Verwendung sehr kleiner Tasterelemente entsteht zusätzlich durch die geringe Antastfläche ein hoher Druck auf das Werkstück, der die Oberfläche verformen und die Messergebnisse somit negativ beeinflussen kann. Hier bietet lediglich der patentierte Werth Fiber Probe die Möglichkeit, Zahnräder mit Moduln bis 0,05 mm prozesssicher und hochgenau zu messen.

Verzahnungsmessung mit chromatischem Abstandssensor

Moderne chromatische Abstandssensoren wie der Chromatic Focus Line Sensor (CFL) erlauben eine schnelle Erfassung der gesamten Werkstückgeometrie. Mit einem

großen axialen Messbereich ist oft kein geregelter Nachführen zur Werkstückgeometrie notwendig, sodass durch Scanning ein schnelles und einfaches Erfassen großer Flächen möglich ist.

Der Chromatic Focus Line Sensor misst sowohl diffus reflektierende und spiegelnde als auch transparente Werkstücke sowie Oberflächen mit großen Neigungswinkeln. Der CFL projiziert eine Reihe aus etwa 200 weißen Lichtpunkten auf die Werkstückoberfläche. Das von der Oberfläche reflektierte Licht wird spektral analysiert und hierdurch der Abstand zwischen Sensor und Oberfläche bestimmt. Mit dem neuen Liniensensor ist eine vollständige 3D-Erfassung des Werkstücks bei sowohl hoher Genauigkeit als auch hoher Geschwindigkeit möglich. Er misst etwa eine Million Messpunkte in drei Sekunden. Die ermittelten Oberflächenmesspunkte werden in der Messsoftware zu einer triangulierten Punktwolke zusammengefasst und können anschließend auf unterschiedliche Arten ausgewertet werden.

Verzahnungsmessung mit Computertomografie

Bei der Computertomografie wird das Werkstück zwischen der Röntgenquelle und dem zumeist flächigen Detektor angeordnet und mit Hilfe einer Drehachse (Drehtisch) gedreht. Dabei werden 2D-Durchstrahlungsbilder aus unterschiedlichen Richtungen aufgenommen. Die Abschwächung der Röntgenstrahlen ist abhängig von der Art des Materials und den Durchstrahlungslängen beim Durch- »»

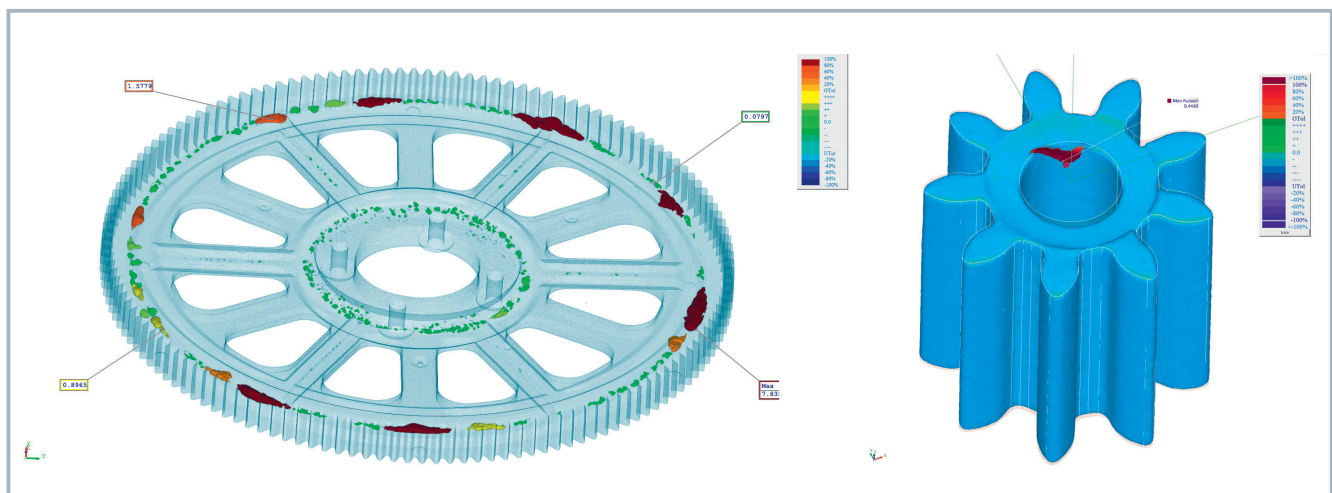


Bild 1. Automatische Lunkenanalyse und Graterkennung an Kunststoffzahnradern aufgenommen mit Computertomografie. © Werth Messtechnik GmbH

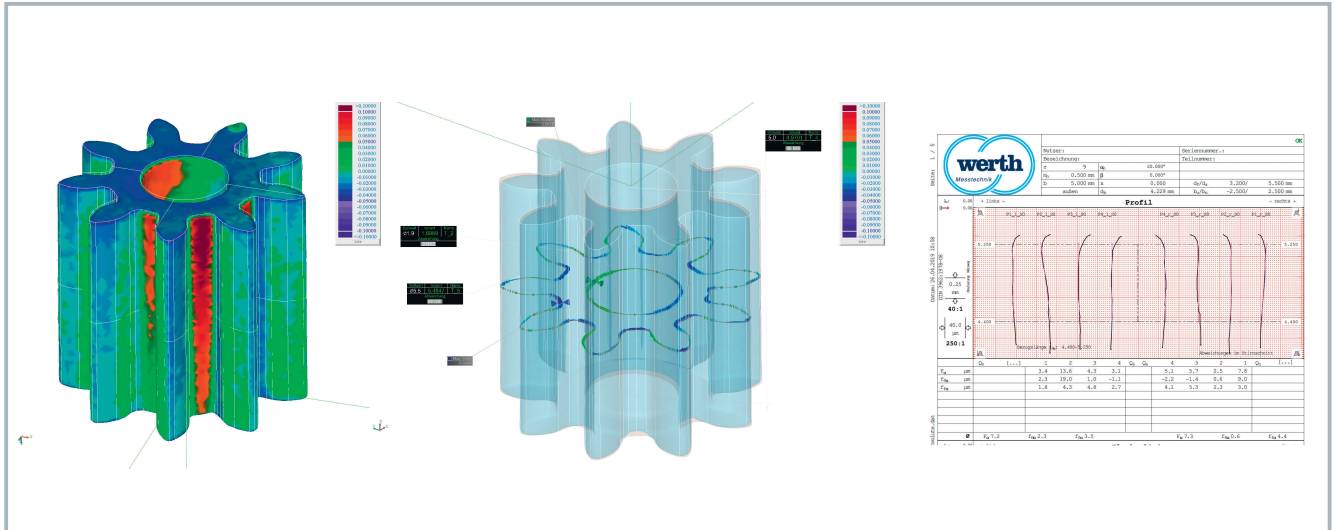


Bild 2. Ergebnisdarstellungen der Auswertung einer Messpunktewolke: Soll-Ist-Vergleich (links), Auswertung Stirnschnitt (Mitte) und normgerechte Protokollierung der Ergebnisse (rechts).

© Werth Messtechnik GmbH

dringen des Werkstücks. Mit Hilfe mathematischer Verfahren zur Bildrekonstruktion wird aus den 2D-Durchstrahlungsbildern ein Volumenmodell berechnet, das aus dreidimensionalen Voxeln (Volumen-Pixeln) besteht. Diese sind vergleichbar mit den Pixeln eines 2D-Bildes, enthalten aber Informationen über das Material (Dichte) und die Geometrie des gesamten Werkstücks. Die Volumendaten können direkt für eine Inspektion des Werkstücks auf zum Beispiel Lunker oder Risse verwendet werden (Bild 1).

Zur Ermittlung von Maßen müssen jedoch die exakten Positionen der Materialübergänge bestimmt werden. Die berechneten Oberflächenpunkte werden meist vernetzt im STL-Format dargestellt und für den Vergleich mit dem CAD-Modell oder die Ermittlung aller geometrischen Eigenschaften genutzt.

Besonders die Auswahl der Röntgenröhre hat großen Einfluss auf Auflösung und Messgeschwindigkeit. Die Brennfleckgröße der Röhre, am Ort an dem die Röntgenstrahlung erzeugt wird, ist von entscheidender Bedeutung. Sie hängt von der Bauart des Röhrentargets ab und steigt zudem mit der verwendeten Leistung (Röhrenspannung und -strom). Infolgedessen verringert sich die Auflösung.

Durch den Einsatz von Transmissionsröhren erreichen die Werth-Koordinatenmessgeräte mit Computertomografie eine um den Faktor fünf kürzere Messzeit im Vergleich zu konventionellen Reflexionsröh-

ren bei gleichzeitig hoher Auflösung. Besonders interessant ist dies bei Zahnrädern aus dem Spritzgussbereich. So können hier durch eine schnelle Tomografie von vielen kleinen Zahnrädern Messzeiten von unter fünf Sekunden pro Zahnrad erreicht werden.

Auswertung von Messpunktewolken der Werkstückoberfläche

Die Grundlage für die Auswertung einer Messung mit CFL- oder CT-Sensor bildet eine Messpunktewolke der Werkstückoberfläche mit einer sehr hohen Punktedichte. Zusätzlich zu der bisher üblichen Auswertung nach Verzahnungsnormen bietet die Vielpunktmessung der Verzahnungswerkstücke die Möglichkeit, die Oberfläche als Ganzes gegen eine Soll- oder Ist-Vorgabe zu vergleichen. Diese kann als CAD-Modell oder als bereits gemessenes Meisterwerkstück vorliegen.

Als besonders hilfreich hat sich in der Erstbemusterung die vollflächige farbcodierte Darstellung der Abweichungen erwiesen. Hierbei können die Abweichungen über das gesamte Modell hinweg gezeigt werden, um Unebenheiten, Grate oder durch den Schrumpfungsprozess des Werkstoffs hervorgerufene Einfälle aufzuzeigen und gezielt zu korrigieren. Durch gefilterte Anzeigemethoden lässt sich beispielsweise Gratabbildung oder Werkzeugverschleiß frühzeitig erkennen. ■

INFORMATION & SERVICE

AUTORIN

Dr.-Ing. Schirin Heidari Bateni ist in der Abteilung Anwendungstechnik/Marketing bei Werth Messtechnik in Gießen beschäftigt.

UNTERNEHMEN

Das Unternehmen Werth Messtechnik konzentriert sich auf die Entwicklung, die Fertigung und den Vertrieb von Koordinatenmessgeräten mit Optik, Taster, Computertomografie und Multisensorik sowie die Messung von Mikromerkmalen. Am Standort in Gießen sind über 350 Mitarbeiter beschäftigt.

KONTAKT

Werth Messtechnik GmbH
Dr.-Ing. Schirin Heidari Bateni
T 0641 7938-0
mail@werth.de
www.werth.de