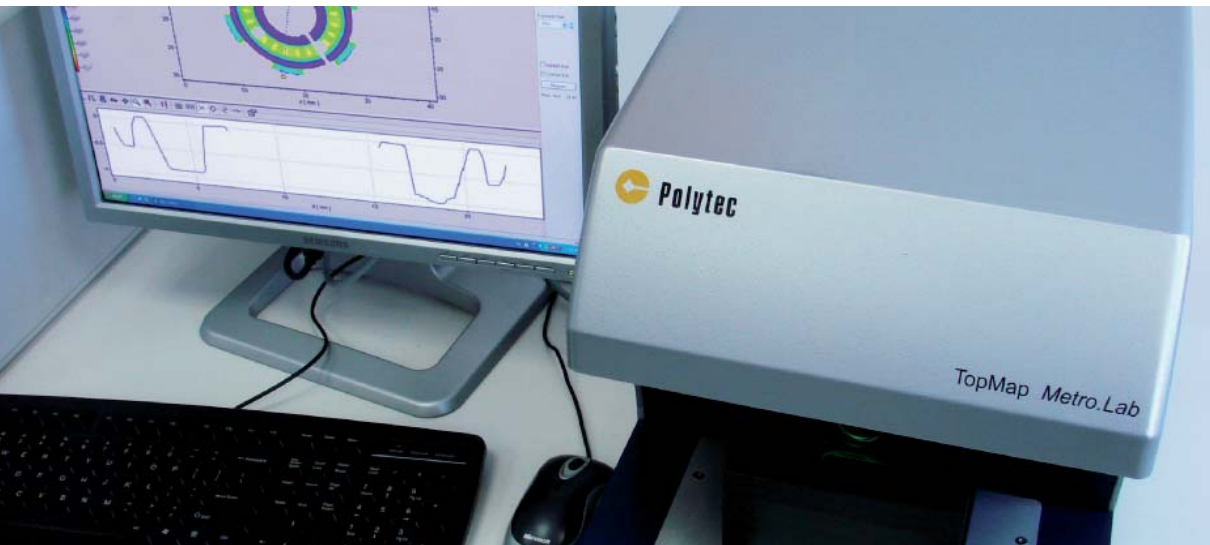


3D-Vermessungen an Stoßdämpferkolben



Anwendungsgebiete

- VIB Schwingungsmessung mit Laser-Doppler-Vibrometrie
- LSV Geschwindigkeits- und Längenmessung mit Laser Surface Velocimetry
- TOP Messung der Oberflächentopographie mit Weißlicht-Interferometrie
- ST Messung spektraler Materialeigenschaften mit NIR-Spektrometrie

In der Herstellung von Arbeitskolben für Pkw-Stoßdämpfer müssen trotz hohem Durchsatz kleine Toleranzen bei Form und Oberflächenparametern eingehalten werden. Für taktile Messsysteme ist es aufgrund der unterbrochenen Form des Werkstücks und der tiefen Lage der zu messenden Flächen schwierig, die notwendigen Reproduzierbarkeiten zu erreichen. Die Weißlicht-Interferometrie als optische Messtechnik liefert hingegen mit hoher Wiederholgenauigkeit in wenigen Sekunden die Topographie der gesamten Flächen.

Anforderungen an Stoßdämpferkolben

Stoßdämpfer absorbieren Schwingungen oder bremsen eine Bewegung. Ihr weit verbreiteter Einsatz in der Industrie und im Automobilsektor hat dabei eine Vielzahl an technischen Lösungen für die unterschiedlichen Aufgabenstellungen hervorgebracht. Im Kraftfahrzeug beispielsweise sind Stoßdämpfer sicherheitsrelevante Bauteile und bestimmen zudem maßgeblich den Fahrkomfort.

Konventionelle Pkw-Stoßdämpfer wandeln die kinetische Energie in Wärme um. Dies geschieht durch einen Widerstand, den ein Arbeitskolben (Bild 1) in einem mit Öl gefüllten Rohr überwinden muss. Form und Parameter des Kolbens sind auf das spezielle Dämpfungsverhalten der jeweiligen Aufgabe optimiert. Der Arbeitskolben besitzt Drosselblenden, um einen Durchfluss zu ermöglichen.



Bild 1: Kolben eines Stoßdämpfers

Polytec GmbH
Optische Messsysteme
Applikationsnote
TOP-04

November 2008

Die Form bestimmter Flächen beeinflusst die Strömungscharakteristik. Das Werkstück muss unter Umständen auch passgenau für zusätzliche Bauteile wie Ventile gefertigt sein. Daher müssen enge Toleranzen eingehalten werden, auch bei einer Fertigung mit hoher Stückzahlen.

Für die Qualitätskontrolle der Bauteile bietet sich die großflächige Weißlicht-Interferometrie an. Bisher wurden topographische Profilmessungen vornehmlich mit taktilen Verfahren durchgeführt. Mit dieser Methode sind Ebenheits- und Welligkeitsparameter sowie die Bestimmung von Höhenabständen, Ebenheiten oder Parallelitäten jedoch schwierig und zeitaufwändig zu bestimmen. Für taktile Messsysteme bedeutet die unterbrochene Form des Werkstücks und die tiefe Lage eine hohe Herausforderung bei dem Versuch, die notwendigen Reproduzierbarkeiten zu erreichen.

3D-Charakterisierung des Kolbens

Die Weißlicht-Interferometrie als optische Messtechnik liefert hingegen mit hoher Wiederholgenauigkeit in wenigen Sekunden die Topographie der gesamten Flächen. In Bild 2 ist ein 3D-Profil der Flächen im Kolbeninnenraum und in Bild 3 die Topographie der Randfläche und zweier tiefer liegender Innenflächen zu sehen.

Die Auswertung der Daten mit der TMS Software von Polytec erlaubt das Ausblenden von Flächen

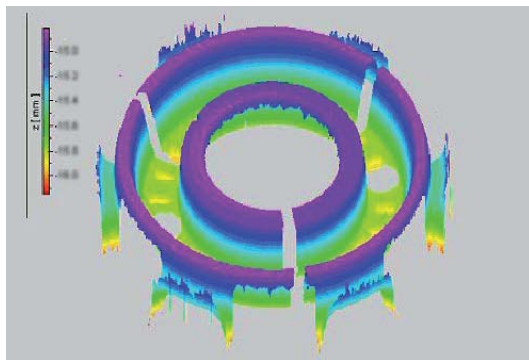


Bild 2: 3D-Profil der Flächen im Kolbeninnenraum

durch Setzen von Masken, um einzelne Flächen genauer untersuchen zu können. Bild 4 zeigt die obere Fläche mit ihrem ausgefransten Innenrand. Bild 5 zeigt das Profil der beiden tiefer liegenden inneren Ringflächen. Es ist beispielsweise leicht zu sehen, dass der äußere der beiden Ringe nicht parallel zur oberen Fläche (Bild 4) liegt und der innere Ring eine Abschrägung zeigt. Die geometrischen Parameter wie Winkel, Steigungen oder Höhenabstände können leicht bestimmt werden. Die Bestimmung von Linienkreisprofilen ist ebenfalls

möglich (Bild 6). In dem hier gezeigten Beispiel dient die äußere Fläche als Referenz.

Um gut reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten oder um „nur“ unterschiedliche Flächen miteinander vergleichen zu können, müssen die Linienprofile bei

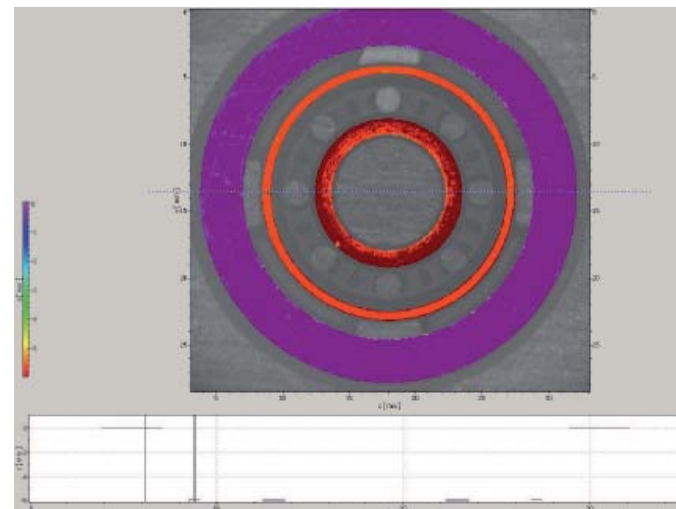


Bild 3: Topographie der Randfläche und von zwei Innenflächen mit Linienprofil

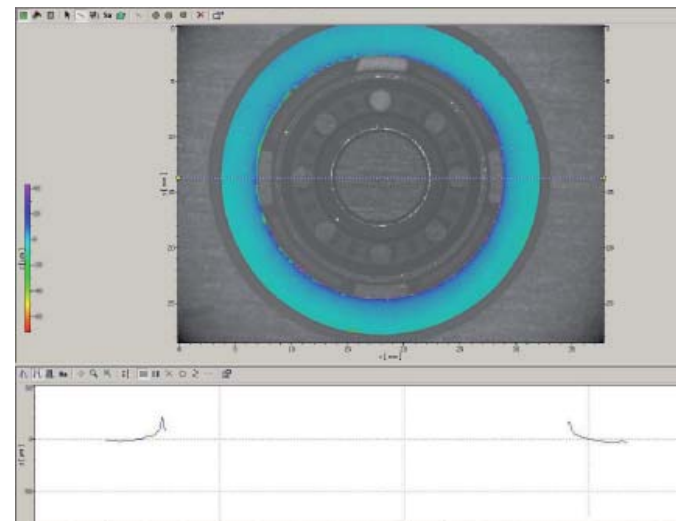


Bild 4: 3D und Linienprofil nur der oberen Fläche

jeder Messung stets an derselben Position ausgewählt werden. Bei dreh-symmetrischen Flächen ist dies der Kreismittelpunkt, der mit Hilfe einer Software auch automatisch ermittelt werden kann. Von einem solchen „Ankerpunkt“ kann zum Beispiel ein Ringlinienprofil mit konstanter Lage auf dem Werkstück ausgewertet werden. In dem oben gezeigten Beispiel ist damit gewährleistet, dass durch die Schräge keine bauteilbedingten Höhenunterschiede einfließen, sondern nur die Welligkeit oder Unparallelität einer definierten Höhenlinie der inneren Fläche eingeht.

Bild 7 zeigt das Ergebnis von Wiederholungsmessungen eines Fehlteils mit einem Kratzer. Man erkennt, dass die gemessenen Profile (verschiedenfarbige Linien) genau aufeinander fallen.

Da die großflächige Weißlicht-Interferometrie komplette Flächen in einem Durchlauf erfasst, kann man sehr schnell die Werte für Parallelitäten und Ebenheiten bestimmen. Bei der Messung steht das Werkstück jedoch in der Regel nicht genau senkrecht unter dem Messkopf. Daher muss sichergestellt werden, dass sichtbare Seitenflanken nicht in Auswertefläche einbezogen werden. Auch dies ist mit Hilfe der TMS Software möglich, die dafür sorgt, dass bei allen Werkstücken stets der Rand erkannt wird und identische Flächen vermessen werden.

Weißlicht-Interferometrie in der Fertigung

Obwohl mit dieser Methode beispielsweise Abweichungen der kompletten Topographie von CAD-Daten vollflächig bestimmt werden können, sind für die Qualitätskontrolle in der Fertigung meistens nur wenige Parameter relevant. Im obigen Beispiel wären dies der Höhenabstand der beiden Ringflächen und deren Ebenheit. Solche Messungen können automatisiert ablaufen. Durch die softwaregesteuerte, genau definierte Lage der Auswertebereiche oder Linien ist eine hohe Reproduzierbarkeit und Wiederholbarkeit gegeben. Das Programm kann die Messwerte zusammen mit weiteren Informationen wie Teilenummer, Datum und Uhrzeit usw. ausgeben. Je nach Messaufgabe beträgt die Messzeit nur wenige Sekunden.

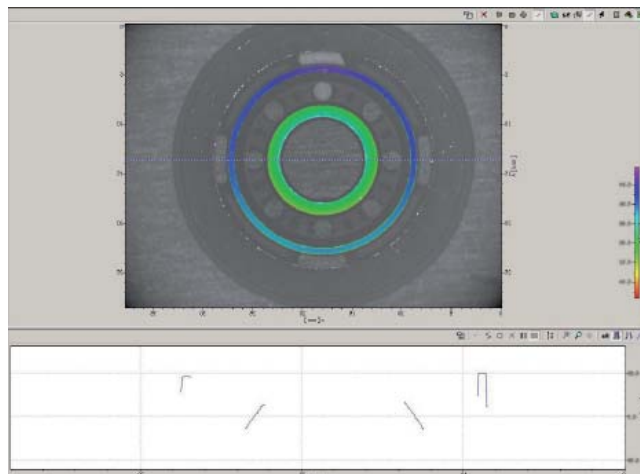


Bild 5: 3D-Profil der tiefer liegenden Ringfläche

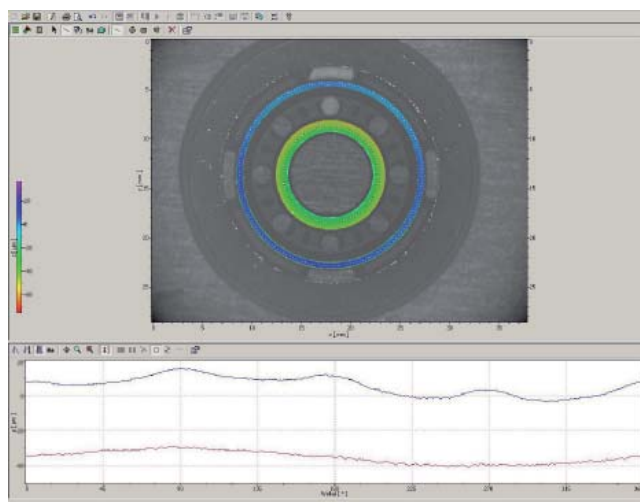


Bild 6: Ringprofile

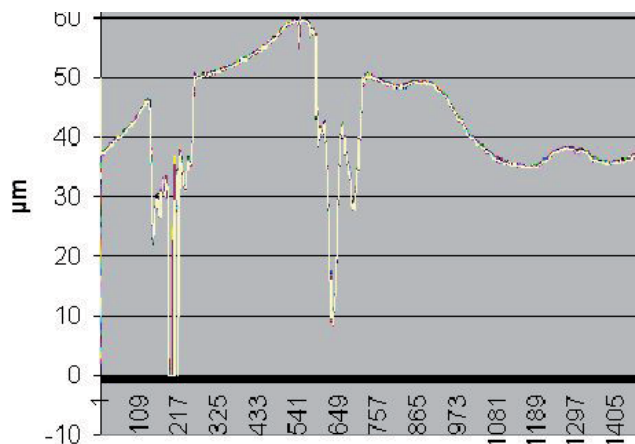
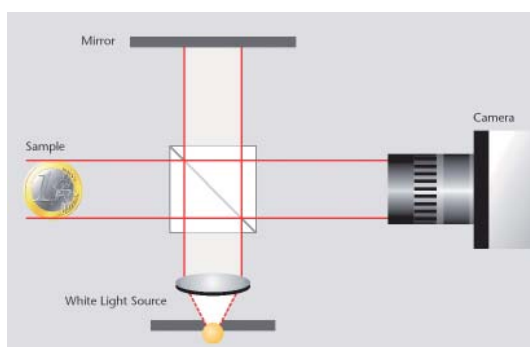


Bild 7: Wiederholungsmessung (über Messpunkte)

So funktioniert die Weißlicht-Interferometrie

Das Messverfahren basiert auf dem Prinzip des Michelson-Interferometers, wobei der optische Aufbau (Bild) eine Lichtquelle mit einer Kohärenzlänge im μm -Bereich enthält. An einem Strahlteiler wird der kollimierte Lichtstrahl in Mess- und Referenzstrahl aufgeteilt. Der Messstrahl trifft das Messobjekt, der Referenzstrahl einen Spiegel.



Das vom Spiegel und Messobjekt jeweils zurückgeworfene Licht wird am Strahlteiler wieder überlagert und auf eine Kamera abgebildet. Immer dann, wenn der optische Weg für einen Objektpunkt im Messarm mit dem optischen Weg im Referenzarm übereinstimmt, kommt es für alle Wellenlängen im Spektrum der Lichtquelle zu einer konstruktiven Interferenz und das Kamerapixel des betreffenden Objektpunktes hat eine hohe Intensität. Für Objektpunkte, die diese Bedingung nicht erfüllen, hat das zugeordnete Kamerapixel eine niedrige Intensität. Die Kamera registriert folglich alle Bildpunkte, die dieselbe Höhe haben.

Im Interferometer werden nun entweder der Referenzarm oder das Messobjekt relativ zum Strahlteiler bewegt. Beim Durchfahren der Messstrecke erhält man pixelweise Interferenzen und somit einen Höhenscan des Messobjektes. Nach dem Messdurchlauf ist die topographische Struktur der Probe digitalisiert.

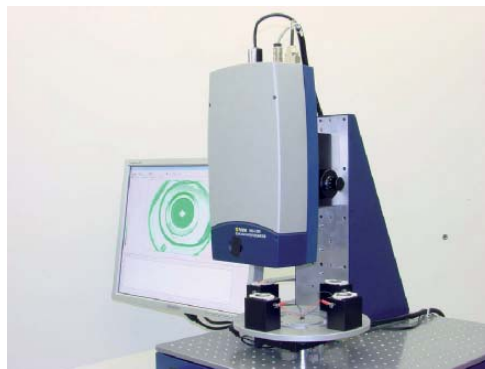
TopMap Weißlicht-Interferometer von Polytec

Das TMS-100 TopMap Metro.Lab ist ein Laborgerät mit gutem Preis-/Leistungsverhältnis für Stichprobenuntersuchungen. Optional können die Werkstücke auf Paletten positioniert und automatisiert gemessen werden.



Das TMS-300 TopMap In.Line ist das ideale System, wenn es um die präzise Vermessung von Oberflächen auch in anspruchsvollen Umgebungen wie zum Beispiel in der Produktionskontrolle geht.

Das kompakte Gerät lässt sich vielseitig in der Fertigungslinie montieren und misst vorgegebene Spezifikationen (Ebenheit, Topographie) innerhalb kurzer Taktzeiten. Die Messung selbst ist schnell und vollständig automatisierbar. Die vertikale Auflösung beträgt wenige Nanometer und es sind je nach Aufgabenstellung unterschiedliche Messfelder von 4,2 mm x 5,5 mm bis zu 19 mm Durchmesser verfügbar. Der große Arbeitsabstand ermöglicht erweiterte Messmöglichkeiten unter Verwendung eines Umlenkspiegels.



Polytec GmbH
 Polytec-Platz 1-7
 76337 Waldbronn
 Tel. + 49 (0) 7243 604-0
 Fax + 49 (0) 7243 69944
 info@polytec.de

Polytec GmbH
 Vertriebs- und
 Beratungsbüro Berlin
 Schwarzschildstraße 1
 12489 Berlin
 Tel. + 49 (0) 30 6392-5140
 Fax + 49 (0) 30 6392-5141

Weitere Informationen zu TopMap Weißlicht-Interferometern finden Sie im Internet unter www.topmap.de, oder lassen Sie sich von unseren Produktspezialisten beraten: LM@polytec.de