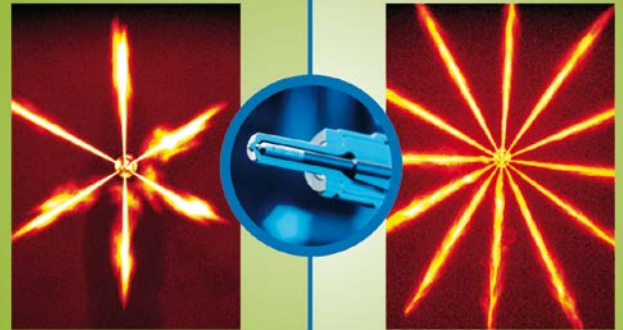


FunkProMikro

AUF EINEN BLICK

- Herstellprozesse durch „Angsttoleranzen“ aufwendig und teuer
- Lösungsansatz: Korrelationen zwischen fertigungsprozessbedingten Bauteilabweichungen und Funktionserfüllung ermitteln
- Demonstration an drei Demonstratorbauteilen (Einspritzdüse, Rasterwalze, Kurbelwelle)
- Ergebnisse zeigen: funktionsorientierte Bewertung möglich und sinnvoll
- zusätzliches Verbesserungspotenzial bei bereits als optimiert angesehenen Bauteilen aufgedeckt
- vorhandene Mess- und Simulationstechnik hinreichend

[Ideen versprühen]*



* Funktionsorientiert geregelte
Mikrofertigungsprozesse

Ziele

Bei der Fertigung von Werkstücken sind Abweichungen von der Soll-Gestalt und ungewollte Einflüsse des Produktionsprozesses auf die Oberfläche unvermeidlich. Wesentlich für das Ergebnis ist jedoch, dass das gefertigte Werkstück seine vorgesehene, geplante Funktion erfüllt. Bestehende Kennwerte und Toleranzkonzepte beschränken sich bisher lediglich auf Gestaltkenngrößen und deren Prüfung. Daher wurden im Verbundprojekt folgende Ziele verfolgt:

- Beschreibung funktionsbedingt zu fordernder Gestaltabweichungen
- simulationsunterstützte Vorabbestimmung zu erwartender funktionaler Qualität
- Identifikation funktionsorientiert signifikanter geometrischer Merkmale
- Extraktion von Parametern für die Fertigungsprozesslenkung

Im Fokus der Betrachtung sollten Mikrostrukturen und mikrostrukturierte Bauteile stehen.

Ablauf

Es wurden drei Demonstratorbauteile (Einspritzdüse, Rasterwalze, Kurbelwelle) untersucht. Zunächst stand die detaillierte Beschreibung der bestimmenden Funktionsmerkmale im Fokus. Darauf aufbauend erfolgte die Festlegung geeigneter Messtechnik zur Charakterisierung hierfür relevanter Merkmale. Versuche an Teststrukturen und realen Bauteilen gaben Einblick in den Einfluss von Bauteilmerkmalen auf deren Funktionserfüllung. Diese Arbeiten wurden durch numerische Simulationen flankiert, mit deren Hilfe das Bauteilverhalten im Detail noch besser verstanden werden konnte. So war es möglich, aus der Vielzahl ausgewerteter Kenngrößen die die Bauteilfunktion signifikant beeinflussenden Parameter zu ermitteln. Aus in weiteren Versuchen aufgestellten Ursache-Wirkung-Zusammenhängen ließen sich gezielte Herstell- und Messprozessverbesserung ableiten.

Ergebnisse

AG1 – Einspritzdüse: Mehrere funktionsbestimmende Merkmale (z.B. Spritzlochform und -rauheit, Schadvolumenausprägung) konnten insbesondere in Einspritzversuchen und Simulationsläufen sicher bestimmt werden. Zusammenhänge zwischen einzelnen Parametern (z.B. Verrundungsradien) und der Funktion (z.B. Durchfluss) wurden erkannt und in Beziehung gesetzt. Die quantitative Erfassung der relevanten Merkmale diente als Basis der Umsetzung eines Regelkreises zur funktionsorientierten Produktion und Weiterentwicklung der Einspritzdüsen.

Laufzeit 08.2009–09.2012

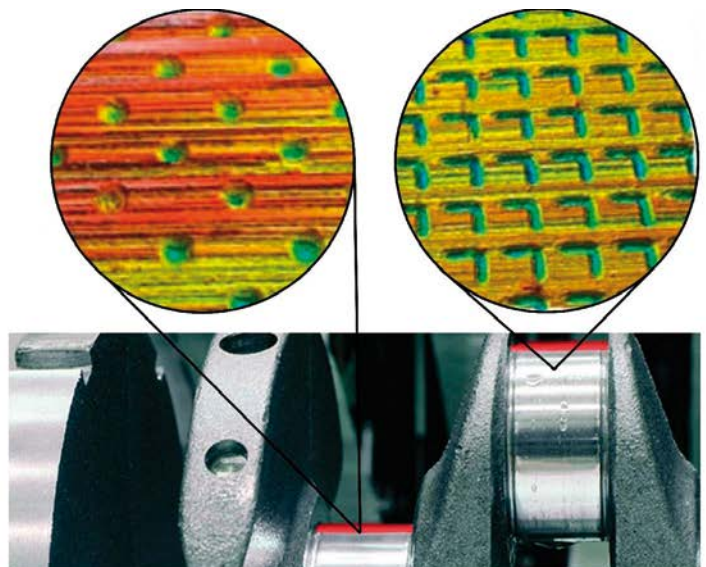
Verbundprojektkoordinator
Werth Messtechnik GmbH,
Gießen

Thomas Wiedenhöfer
Tel.: 0641 7938-646
thomas.wiedenhoefer@werthmesstechnik.de

**Verbundprojektbetreuer
bei PTKA-PFT**
Ulrike Kirsten
Tel.: 0351 463-31411
ulrike.kirsten@kit.edu

Effizienz nimmt Gestalt an... durch funktionsorientierte Prozesslenkung und solide Qualitätsaussagen

	AG1: Einspritzdüse	AG2: Rasterwalze	AG3: Kurbelwelle
Messobjekt			
Funktion	Einspritzverhalten	Farbauftrag	Kraftübertragung
Ziel	z.B. CO ₂ -Reduktion	z.B. optimaler Farbauftrag	z.B. reduzierter Kraftstoffverbrauch
Bestimmende Merkmale	Spritzlochform Schadvolumengeometrie orts aufgelöste Rauheit	Walzenstrukturierung (Haschur, Näpfchen)	Struktur der Kurbelzapfenoberfläche
Messtechnik	Fasersensoren (WFP, WIP) Computertomografie	Fokussensor (3D-Patch) konfokaler Sensor (NFP) chromat. Sensor (CFP)	Fokussensor (3D-Patch) konfokaler Sensor (NFP) chromat. Sensor (CFP)



Im Fokus der Untersuchungen: drei Demonstratorbauteile (Einspritzdüse, Rasterwalze, Kurbelwelle; links), unterschiedliche Lagerstrukturen einer Kurbelwelle (rechts), Quelle: FunkProMikro

AG2 – Rasterwalze: Anhand mehrerer Versuchswalzen wurde der Einfluss der Walzenstrukturierung (Gravurtiefe, -breite und -form) auf den Farbaufbau bestimmt. Diese Walzen wurden bezüglich identifizierter funktionsbestimmender Kenngrößen messtechnisch bewertet und die Ergebnisse den theoretischen Überlegungen, basierend auf einem mathematisch-physikalischen Modell der Funktion Farbübertragung, gegenübergestellt. Durch Konzentration auf funktionswichtige Merkmale sowie die Rückkopplung funktionsorientierter Messwerte in den Fertigungsprozess war es möglich, die Funktion der Mikrostruktur zu steuern und zu kontrollieren.

AG3 – Kurbelwelle: Lagermaterialien und Kurbelwellen wurden mit unterschiedlichen Verfahren (Laser, elektrochemische Verfahren) gezielt mikrostrukturiert und auf Motorenprüfständen getestet, zusätzlich wurden Reibversuche an vergleichbaren Teststrukturen durchgeführt. Durch die Untersuchung verschiedener Oberflächenkenngrößen konnte ein Zusammenhang zwischen Funktion und einzelnen Messgrößen abgeleitet werden. Geeignete Strukturierungsmaßnahmen führten zu geringeren Reibverlusten. In der Arbeitsgruppe wurde zusätzlich ein neues Fertigungsverfahren (Hartfeinfräsen) mit dem Ziel der Einsparung von Prozessschritten und Ressourcen bei gleichbleibendem bzw. verbessertem Funktionsverhalten realisiert.

Ausblick

Die Projektergebnisse zeigen, dass die funktionsorientierte Bewertung von Bauteilen und Baugruppen möglich und sinnvoll ist. Die Ergebnisse werden nach weiteren Untersuchungen direkt in die nächste Generation der untersuchten Werkstücke einfließen. Durch die beteiligten Lehrstühle ist ein Multiplikatoreffekt bei der Verbreitung der funktionsorientierten Bauteilbewertung zu erwarten.

www.funkpromikro.de

Das Statement: Thomas Wiedenhöfer, Werth Messtechnik GmbH

EIN BMBF-VERBUNDPROJEKT ZEICHNET SICH DURCH DIE ZIELGERICHTETE, UNKOMPLIZIERTE BÜNDELUNG VON FIRMENÜBERGREIFENDEN KOMPETENZEN UND RESSOURCEN AUS. SELBST KMU KÖNNEN SO INNOVATIVE IDEEN UMSETZEN UND SYNERGIEN NUTZEN. KOOPERATIONEN BESTEHEN HÄUFIG ÜBER DAS PROJEKTENDE HINAUS WEITER.

Weitere Verbundprojektpartner

Continental Automotive GmbH, Limbach-Oberfrohna

Daimler AG, Mercedes-Benz Werk Mannheim, Mannheim

Heidelberger Druckmaschinen AG, Wiesloch

MAG Boehringer Werkzeugmaschinen GmbH, Göppingen

QFM – Lehrstuhl Qualitätsmanagement und Fertigungsmesstechnik, FAU, Erlangen

wbk – Institut für Produktionstechnik, KIT, Karlsruhe

Werth Messtechnik GmbH, Gießen