



# Für 100 Prozent Sicherheit

Fertigung von Bremssystemen mit automatisierter  
Inline-Messung



Sonderdruck

## Impressum

Verlag: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, Kolbergerstr. 22, 81679 München; Druck: alpha-teamDRUCK GmbH, Haager Str. 9, 81671 München. © Carl Hanser Verlag, München. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der photomechanischen und der elektronischen Wiedergabe sowie der Übersetzung dieses Sonderdrucks behält sich der Verlag vor.

© Carl Hanser Verlag, München. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind ohne Lizenzierung durch den Verlag nicht gestattet.

# Für 100 Prozent Sicherheit

## Fertigung von Bremssystemen mit automatisierter Inline-Messung

Im Continental-Werk in Gifhorn werden Komponenten für moderne Bremssysteme wie die elektrohydraulische MK C1 produziert. Deren Ventilblock mit ihrer komplexen Bohrungsstruktur erfordert eine 100-Prozent-Kontrolle. Eine in den Fertigungsprozess integrierte, voll automatisierte Messzelle kombiniert Koordinatenmesssysteme mit Computertomografie (CT) mit optischen Geräten und sorgt so für eine flexible Messung im Fertigungstakt von unter einer Minute.

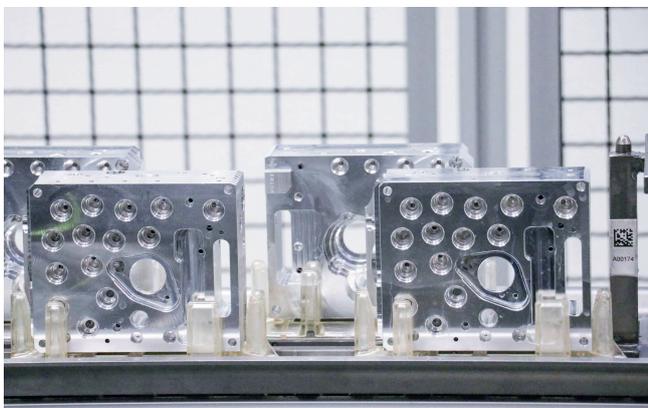


Bild 1. Die sicherheitsrelevante Ventilaufnahme des Bremssystems MK C1 erfordert eine 100-Prozent-Kontrolle. Mittels Computertomografie lässt sich die komplexe Bohrungsstruktur in kürzester Zeit prüfen.

(© Werth Messtechnik)



Bild 2. Die automatisierte, in den Fertigungsprozess integrierte Messzelle enthält zwei Koordinatenmessgeräte – eines mit Röntgentomografie (links im Bild) sowie eines mit leistungsstarker Bildverarbeitung (rechts). (© Werth Messtechnik)

Continental ist mit mehr als 244 000 Mitarbeitern und 44,4 Milliarden Euro Umsatz (2018) einer der größten Automobilzulieferer der Welt. Zum Konzern gehört die Continental Teves AG & Co. oHG mit ihrem Werk in Gifhorn, wo vor allem Komponenten für Bremssysteme produziert werden. Oliver Enzmann, zuständig für die Qualitäts-Projektplanung, erklärt: „Neben unserem weitverbreiteten Zwei-Kanal\_ABS-System MK 100 wird im Werk Gifhorn das neue elektrohydraulische Bremssystem MK C1 zerspannt. Die endgültige Montage der Baugruppen erfolgt weltweit in den Montagewerken der Continental. Die MK C1 ist unser Produkt für die Zukunft. Es eignet sich für jede Art von Automobil, ob mit Verbrennungsmotor, Elektro- oder Hybridantrieb.“

Da es Tandem-Hauptzylinder, Bremskraftverstärker und ABS/ESC-Regelsystem in einer einzigen kompakten Lösung inte-

griert, ist das zentrale Element – die Ventilaufnahme – sehr komplex (Bild 1). „Der Aluminiumblock ist fast dreifach so groß wie beim MK100 und enthält bis zu einigen Meter kumulierte Länge von Bohrungen“, erklärt Oliver Enzmann. „An diesem sicherheitsrelevanten Teil muss außerdem geprüft werden, ob alle Anschlüsse, Bohrungen und Verschneidungen passen und grab- bzw. spanfrei sind.“

Eine Aufgabe, für die die bisherige taktile Koordinatenmesstechnik und die visuelle Prüfung durch qualifizierte Mitarbeiter nur eingeschränkt geeignet sind. Malte Holz, Qualitätsleiter des Werks Gifhorn, suchte nach einer zukunftsrelevanten Lösung: „Wir brauchen eine automatisierte, in die Fertigung integrierte Messzelle, deren Kernbestandteil ein Koordinatenmessgerät auf Basis der Computertomografie ist. Diese Technik ermöglicht eine weitere Qualitätsoptimierung und hilft

zum Beispiel beim Auffinden von potentiellen Fehlerbildern.“

### Hohe Anforderungen als Herausforderung begreifen

Auf der Suche nach einem geeigneten Partner kamen die Qualitätsverantwortlichen auf Werth Messtechnik, Gießen, zu, einem Unternehmen, dem der Continental-Konzern schon seit 1997 verbunden ist. Damals lieferte Werth das erste Multisensor-Koordinatenmessgerät mit Werth-Fasertaster zum Messen von Kraftfahrzeug-Einspritzdüsen ins Werk Limbach-Oberfrohn. Eine Anwendung, für die im Jahr 2012 durch Werth erstmals ein Koordinatenmesssystem mit Röntgentomografie entwickelt und geliefert wurde. Weitere Werth-CTs folgten für verschiedene Standorte im In- und Ausland.

Thorben Weng, der zuständige Vertriebsingenieur bei Werth Messtechnik, erinnert sich an die Gifhorer Anfrage: „Es sollte die

neue Ventilaufnahme mittels CT in weniger als einer Minute gemessen werden.“ Obwohl das zunächst unmöglich erschien, stellte sich Werth der Herausforderung.

„Werth Messtechnik konnte als einziger Hersteller alle Anforderungen erfüllen und unter anderem rückführbare Messergebnisse durch eine normkonforme Kalibrierung seiner CT-Geräte mit DAkkS-Zertifikat garantieren“, betont Projektleiter Enzmann. „Für uns als Automobilzulieferer eine ganz wichtige Voraussetzung, um das CT-Gerät als Messmittel einsetzen zu dürfen.“ Auch die projektbezogene Anpassung der Messgeräte war für Mitbewerber ein K.O.-Kriterium.

René Simon, Leiter der Sonderprojekt-Abteilung bei Werth, ging mit Oliver Enzmann in die Detailplanung. Sie räumten weitere Schwierigkeiten aus dem Weg: Die Anschlüsse für die Bremschläuche, die aus einem Gewinde, einer Dichtfläche und einem Dichtkegel bestehen, dürfen keinerlei fehlerhafte Kontur oder Kratzer aufweisen. Dies nachzuweisen, ist für ein CT-Gerät im Hochgeschwindigkeitsmodus nicht möglich. Die in der vorgegebenen Taktzeit erreichbare Auflösung reicht dafür nicht aus. Die Lösung: Diese Merkmale werden mit einem zusätzlichen optischen Koordinatenmessgerät geprüft und in ein gemeinsames Protokoll mit den Ergebnissen des Computertomografen zusammengeführt.

**Vollautomatische Inline-Messzelle mit CT**

Seit Ende 2018 ist die Messzelle in den Produktionsprozess des Ventilblocks für die

MKC1 zwischen Eloxierung und Verpackung integriert – seit Juli 2019 voll automatisiert (Bilder 2 und 3). Auf einem Transportband werden die Ventilaufnahmen in die Messzelle geschleust. Jedes Werkstück ist übereinen seitlich angebrachten DMC-Code eindeutig identifizierbar, damit der Mess- und Auswerteprozess zugeordnet werden kann.

Zunächst legt ein Roboter das Bauteil zum Bewerten der Kundenanschlüsse in das Multisensor-Koordinatenmessgerät ScopeCheck S ein. Dieses zeichnet sich durch eine robuste, präzise Mechanik für den fertigungsnahen Betrieb und durch die leistungsstarke Werth-Bildverarbeitungssensorik aus. Um die Dichtflächen hochgenau zu messen, kommt das patentierte Verfahren Raster-scanning HD zum Einsatz. Mit hoher Kamerafrequenz werden Bilder aufgenommen, zu einem Gesamtbild mit einer Auflösung von 700 Megapixel zusammengesetzt und anschließend ausgewertet.

Nach 20 Sekunden ist die optische Prüfung beendet. Der Roboter entnimmt das Teil und legt es auf ein umlaufendes Pufferband. Ein Portal mit einem Doppelgreifer sorgt dafür, dass es von dort ins neu entwickelte Werth TomoScope FQ eingebracht und anschließend wieder zurückgelegt wird. Dazu nutzt das Handlinggerät die oben am CT-Gerät angeordnete Ladelupe, die sich in weniger als einer Sekunde öffnet bzw. schließt. Im TomoScope FQ findet die Prüfung des kompletten Werkstücks einschließlich der innenliegenden Bereiche auf verschiedene Merkmale wie Bohrungsverlauf, Verschneidungen sowie Span- und Gratfreiheit statt.

**Durch besondere Features zur High-Speed-CT**

Der komplette Scan der Ventilaufnahme mit Computertomografie, bei dem zahlreiche Röntgen-Durchstrahlungsbilder des Werkstücks in verschiedenen Drehstellungen aufgenommen werden, dauert nur 30 Sekunden. Um eine derart kurze Zeit zu realisieren, weist das TomoScope FQ (Fast Qualifier) besondere Ausstattungsmerkmale auf. Für die extrem hohe Messgeschwindigkeit nutzt Werth eine wartungsfreie Hochleistungs-Röntgenröhre mit einer Leistung von über 1,5 kW. Zudem ist die Röhre gekapselt und mit einem schnellen Shutter ausgestattet, der die Röntgenstrahlung nur zum Scanvorgang austreten lässt. Dadurch kann die Röhre permanent im optimalen Betriebszustand verbleiben, was Ein-, Ausschalt- und Warmlaufzeiten vermeidet. Zeit wird zudem durch Einsatz der On-the-Fly-Technik gespart, die eine Bildaufnahme während der Drehung des Objektes ermöglicht.

Einen weiteren Geschwindigkeitsvorteil bietet die Datenverarbeitung: So findet beim Werth TomoScope bereits während der Bildaufnahme die Echtzeitrekonstruktion der Volumendaten statt. Für den anschließenden Soll-Ist-Vergleich und die maßliche Auswertung der ScopeCheck-Daten installierte Werth vier parallel arbeitende Rechner, die das Gesamtergebnis in kürzester Zeit bereitstellen. Erkannte Fehler werden im Protokoll eindeutig gekennzeichnet. An der Analysestation sortiert der Roboter via DMC-Scanner die betroffenen Teile aus. Die Gut-Teile legt er aufs Förderband ab, das zur Verpackungsstation führt. >>>

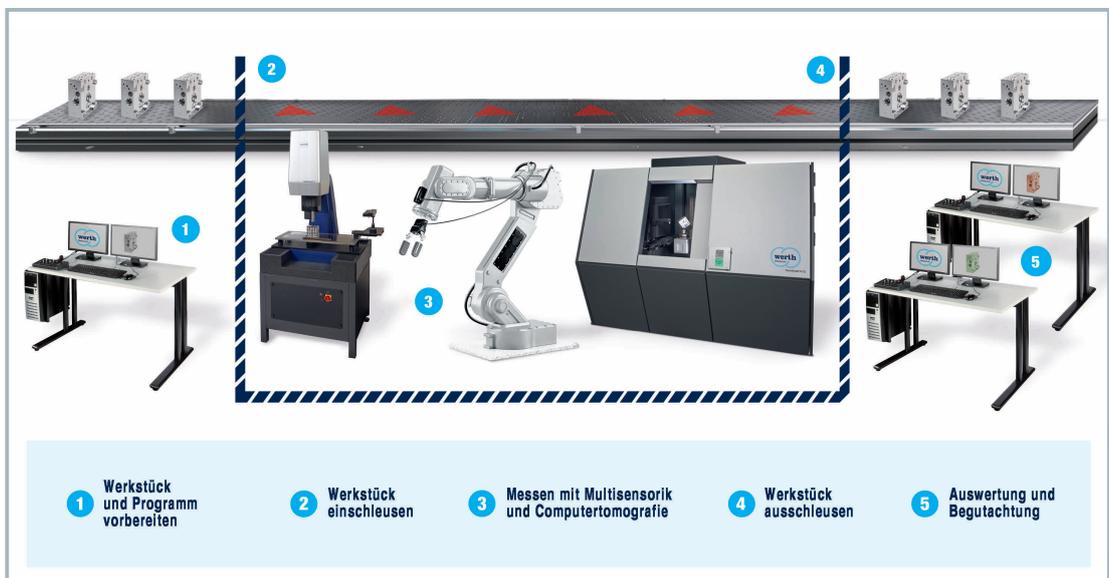


Bild 3. Schema Messzelle – Verknüpfung von Koordinatenmessgeräten für Inline-Messungen mit Multisensorik und Computertomografie im 30-Sekunden-Takt.

(© Werth Messtechnik)

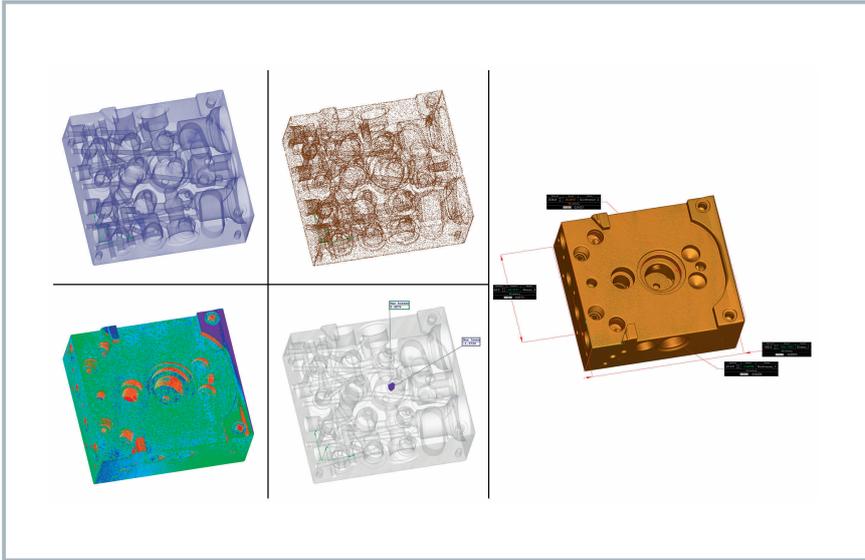


Bild 4. Volumen, Messpunktwolke, farbcodierte Abweichungsdarstellung der Messpunktwolke im Vergleich zum CAD-Modell, farbcodierte Darstellung der Lunker nach Volumengröße und Maße.

(© Werth Messtechnik)

### Messgeräte mit Schnittstellen nach Industrie-Standard

Die Automatisierung der Messzelle trägt zu einem zuverlässigen Ablauf und einer Zykluszeit von unter einer Minute bei. Hierfür engagierte Continental den Automatisierungsdienstleister Albert & Hummel aus Bamberg. Werth-Projektmanager René Simon lobt die konstruktive Zusammenarbeit: „Wir haben miteinander Schnittstellen nach dem Industrie-Standard definiert und entwickelt, sodass unsere Messgeräte mit der Anlagen-SPS kommunizieren können. Das funktioniert perfekt. Stand heute lassen sich alle Werth-Koordinatenmessgeräte in eine automatisierte Anlage einbinden.“

Zur einfachen Bedienung der eingesetzten Koordinatenmessgeräte trägt die von Werth bereitgestellte WinWerth-Software bei, wie Christoph Möhle berichtet, der im Conti-Werk Gifhorn für die technische Be-

treuung der Messzelle zuständig ist: „Mit einem Offline-Arbeitsplatz bereite ich die Messprogramme sowohl fürs TomoScope als auch ScopeCheck vor. Nach der Messung verarbeitet sie die erfassten Daten und dokumentiert sie für jedes Werkstück in einem leicht verständlichen Protokoll, das grafische Elemente aus der Computertomografie und die Wertetabellen von der optischen Messung enthält“ (Bild 4). Dies trägt zu einer einfachen Nachverfolgbarkeit der Ventilaufnahmen bei und bietet die Grundlage für die Anbindung ans MES-System.

Christoph Möhle weist auf den zusätzlichen Nutzen hin, den der kostenfreie WinWerth-Viewer und die WinWerth Scout-Oberfläche bieten: „Damit können sich alle in den Herstellungsprozess der Ventilaufnahme eingebundenen Mitarbeiter die Bauteile und ihre Messergebnisse auch ohne WinWerth-Installation ansehen.“

### Weitere Zusammenarbeit geplant

Ab 2020 wird das TomoScope FQ nicht nur für die beschriebene vergleichende Messung genutzt, sondern auch für die in größeren Abständen erforderliche Stichprobenprüfung aller Maße. Das heißt, in festgelegten Perioden wird eine Ventilaufnahme hochauflösend digitalisiert, wofür etwa 20 Minuten erforderlich sind. Am Ende steht ein digitales Modell zur Verfügung, an dem sich Durchmesser und Tiefen der Bohrungen mit  $\mu\text{m}$ -Genauigkeit messen lassen.

Inzwischen wurden viele Tausend Ventilaufnahmen automatisch geprüft. Qualitätsleiter Malte Holz ist mit der Umsetzung seiner Wünsche hochzufrieden: „Dank des großen Einsatzes aller Beteiligten haben wir hier in Gifhorn die weltweit erste vollautomatische, fertigungsintegrierte CT-Messzelle des Continental-Konzerns, und es wird voraussichtlich nicht die letzte sein. Unsere Schwesterwerke in Culpeper (USA) und in China, wo ebenfalls Ventilaufnahmen hergestellt werden, haben bereits Interesse angemeldet.“ ■

### INFORMATION & SERVICE

#### KONTAKT

Continental Teves AG & Co. oHG  
Geschäftsfeld Autonomous Mobility  
and Safety  
T 069 7603 8492  
soeren.pinkow@continental.com  
www.continental.com

Werth Messtechnik GmbH  
T 0641 / 7938-0  
mail@werth.de  
www.werth.de



Werth Messtechnik GmbH  
Siemensstraße 19  
35394 Gießen  
Telefon: +49 641 7938-0  
Fax: +49 641 7938-719  
Internet: www.werth.de  
E-Mail: mail@werth.de