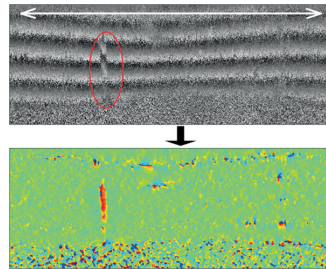
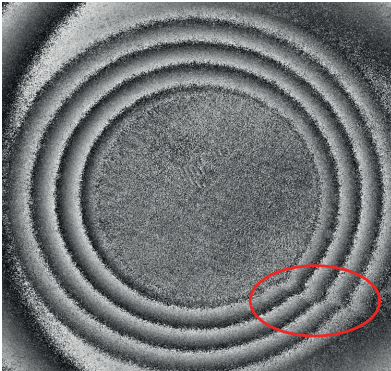


# SFB747 T3

Entwicklung eines Verfahrens zur Untersuchung von Funktionsflächen auf Mikrobauteilen im Inneren von Kavitäten



Links: Phasenbild der Messung. Der Fehler befindet sich unten rechts (rot markiert) | Oben: Das Phasenbild wird „aufgeklappt“ um die Analyse zu vereinfachen. Der Fehler ist rot markiert. Unteres Bild: Durch die Anwendung spezieller Filter wird die Abweichung vom Soll-Zustand berechnet. Quelle: BIBA

## Motivation

Bei der Fertigung von mikroumgeformten Bauteilen werden häufig Kavitäten eingebracht, deren Funktionalität von entscheidender Bedeutung ist. So ist es z. B. für Mikroventile erforderlich, dass Löcher gratfrei sind und die Auflagefläche für die Ventilkugel keine Welligkeiten besitzt. Die Überprüfung dieser Funktionsflächen innerhalb von Kavitäten stellt jedoch eine besondere messtechnische Herausforderung dar. Grund hierfür sind die geringen Querschnitte, die eingeschränkte Zugänglichkeit und die kurzen Belichtungszeiten bei Fertigungsgeschwindigkeiten von bis zu 400 Teilen pro Minute.

## Vorgehen

Für die Messung von Funktionsflächen innerhalb von Mikrokavitäten wurde am Bremer Institut für angewandte Strahlentechnik (BIAS) ein speziell angepasster digital holografischer Messaufbau entwickelt, der eine schnelle Erfassung von 2D Bild- und Tiefeninformationen erlaubt. Zur Optimierung der rechen- und damit zeitintensiven Auswertung wurde am BIBA eine integrierte Lösung für die gleichzeitige Erkennung von Defekt- und Tiefeninformation entwickelt. Mittels spezieller Filterverfahren für komplexwertige Bilder wurden adaptiv Sollwerte für die gemessenen Bauteile ermittelt. Durch Bildung der Differenz zwischen Soll- und Ist-Werten konnten Defekte erkannt und metrisch erfasst werden (Größe,

Tiefe). Zusätzlich wurden Sonderfälle wie unscharfe Messungen oder falsch positionierte Bauteile abgefangen. Die entwickelten Algorithmen wurden anschließend in die am BIAS entwickelte Messsoftware Fringe Processor® übertragen.

## Ergebnisse

In Zusammenarbeit mit der Hubert Stüken GmbH & Co. KG und dem Bremer Institut für angewandte Strahlentechnik (BIAS) wurde eine Lösung zur In-Line Erfassung und Qualitätsprüfung von Mikrokavitäten entwickelt. Dabei entwickelte und implementierte das BIBA eine maßgeschneiderte Bildverarbeitungslösung für eine schnelle und robuste Defekterkennung. In einer abschließenden Evaluation unter Realbedingungen wurden Messungen von 247 verschiedenen Bauteilen (230 gut und 17 defekt) ausgewertet. Jedes defekte Bauteil wurde mindestens dreimal mit unterschiedlichen Orientierungen aufgenommen. Dabei wurden alle Defekte bei einer Fehlalarmquote von unter 1 % korrekt erkannt.

## Publikationen

Staar, B.; Kück, M.; Ait Alla, A.; Lütjen, M.; Simic, A.; Freitag, M.: Statistische Detektion von Anomalien in Bilddaten von Mikrobauteilen. In: Industrie 4.0 Management, 2(2017)33, S. 52-56

Simic, A.; Staar, B.; Falldorf, C.; Lütjen, M.; Freitag, M.; Bergman, R.B.: Inspection of functional surfaces on micro components in the interior of cavities. In: Vollertsen, F. (eds.): Cold Micro Metal Forming, Lecture Notes in Production Engineering. Springer, Cham, 2020, pp. 275-288

GEFÖRDERT DURCH:

DFG

PROJEKTPARTNER:

**bias**  
Bremer Institut für  
angewandte Strahlentechnik GmbH

**STÜKEN**  
PRÄZISION IN METALL

**SFB 747**

## LAUFZEIT:

01.2015 - 12.2016

## ANSPRECHPARTNER:

Dr.-Ing. Michael Lütjen  
Email: ltj@biba.uni-bremen.de  
Tel.: +49 (0)421 218 50 123

Benjamin Staar, M. Sc.

E-Mail: sta@biba.uni-bremen.de  
Tel.: +49 (0)421 218 50 141

## ADRESSE:

BIBA – Bremer Institut für Produktion  
und Logistik GmbH  
Hochschulring 20  
28359 Bremen



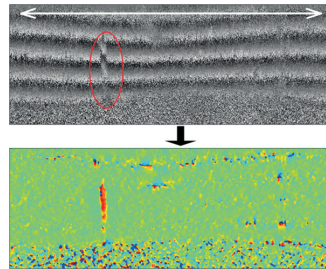
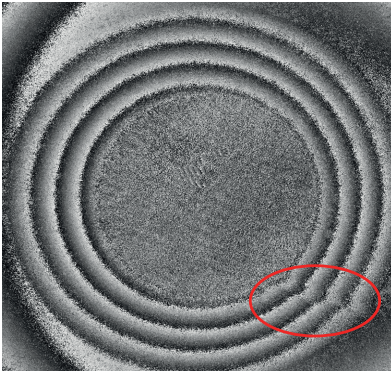
Das BIBA ist ein ingenieurwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität Bremen. Es forscht in den Bereichen Produktion und Logistik und verbindet dabei die prozessorientierte mit der produktorientierten Sicht. Durch die organisatorische und inhaltliche Verknüpfung mit dem universitären Fachbereich Produktionstechnik engagiert sich das BIBA sowohl in der Grundlagenforschung als auch in anwendungsorientierten Verbundprojekten sowie der industriellen Auftragsforschung.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben  
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

[WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE](http://WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE)

# SFB747 T3

Development of a Procedure for the Investigation of Functional Surfaces on Micro Components in the Interior of Cavities



Left: Phase distribution image. The defect is located at the lower right (marked in red) | Above: Top figure: The phase distribution image is "unrolled" to simplify analysis (marked in red). Bottom figure: Through the application of specialized filters, deviations are highlighted and can be detected by applying simple thresholds, Source: BIBA

## Motivation

The production of cold formed micro-parts often includes the insertion of holes with strict quality criteria. For example, it is necessary for micro-valves to have burr-free holes and bearing areas without ripples. This poses a metrological challenge, especially for functional surfaces inside of cavities, due to small cross sections, restricted accessibility and the short exposure times necessary for inline inspection at production times of up to 400 parts per minute.

## Approach

To solve the aforementioned issues with inspection micro-cavities, our partner institute BIAS, developed a specialized digital-holographic measurements setup which allows for fast acquisition of 2D image and depth information. Since the entailed calculations are computationally intensive and hence time consuming, BIBA developed and implemented an integrated solution for defect and depth recognition. Using specialized filtering procedures for complex-valued images, adaptive thresholds for each measured part were calculated and used to detect and register defects in terms of area, shape and depth. Additionally, fringe cases, like out-of-focus measurements or wrongly positioned parts were detected

and sorted out accordingly. The algorithm was integrated into Fringe Processor®, the in-house measurement software at BIAS.

## Results

In cooperation with the Hubert Stüken GmbH & Co. KG and the Bremen Institute for applied beam technology (BIAS) we developed a solution for the inline quality inspection of micro cavities. In order to validate our approach in a real production environment, we took 296 measurements of 247 different parts (230 good, 17 defective) under realistic conditions at the Hubert Stüken GmbH & Co. KG. To ensure robust detection of defective parts we made sure to measure every defective part at least three times with different orientations. We could thereby confirm the effectiveness of our approach as all measurements containing defects were classified correctly with a false alarm rate of less than 1 %.

## Publication

Staar, B.; Kück, M.; Ait Alla, A.; Lütjen, M.; Simic, A.; Freitag, M.: Statistische Detektion von Anomalien in Bilddaten von Mikrobauteilen. In: Industrie 4.0 Management, 2(2017)33, S. 52-56

Simic, A.; Staar, B.; Falldorf, C.; Lütjen, M.; Freitag, M.; Bergman, R.B.: Inspection of functional surfaces on micro components in the interior of cavities. In: Vollertsen, F. (eds.): Cold Micro Metal Forming, Lecture Notes in Production Engineering. Springer, Cham, 2020, pp. 275-288



## DURATION:

01.2015 - 12.2016

## CONTACT:

Dr.-Ing. Michael Lütjen  
E-mail: ltj@biba.uni-bremen.de  
Tel.: +49 (0)421 218 50 123

Benjamin Staar, M. Sc.  
E-mail: sta@biba.uni-bremen.de  
Tel.: +49 (0)421 218 50 141

## POSTAL ADDRESS:

BIBA – Bremer Institut für Produktion  
und Logistik GmbH  
Hochschulring 20  
28359 Bremen



BIBA is an engineering research institute located at the University of Bremen. It is committed to basic research as well as to application-oriented development projects and engages itself in practice-oriented implementations, whereby it relies on cross-national, institutional and interdisciplinary cooperation and transfer. BIBA always considers the entire value-added chain: from the idea, concept and production, through to the use and the end recycling of a product.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben  
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

[WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE](http://WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE)

FUNDED BY:



PROJECT PARTNERS:

