



# HoloGear

## Flächige Zahnflankenprüfung mit digitaler Holographie

Schnell · präzise · optisch

Moderne Verzahnungsgeometrien müssen sehr hohe Ansprüche an die Maßhaltigkeit erfüllen – für eine optimale Funktion, maximale Effizienz und minimale Geräuschentwicklung. Klassische Messmethoden reichen oft nicht aus, um Funktionsflächen von Zahnrädern, Zahnstangen, Wellen oder Schnecken auf Formfehler zu überprüfen.

### Standard heute: einzelne Messpunkte

Standardmessungen auf taktilen Koordinaten- bzw. Zahnradmessmaschinen sind hochpräzise und setzen jeden Punkt des Zahnrads in einen absoluten Bezug. Jedoch muss bei taktilen Verfahren jeder einzelne Messpunkt zeitaufwändig mit einem Messtaster angefahren werden. Eine vollständige Erfassung der relevanten Funktionsflächen ist damit sehr zeitaufwändig und erfolgt nur in Einzelfällen. Die digitale Holographie kann hier ihre Stärke für die flächige Messung ausspielen.

### 100-Prozent-Kontrolle der Zahnflanke

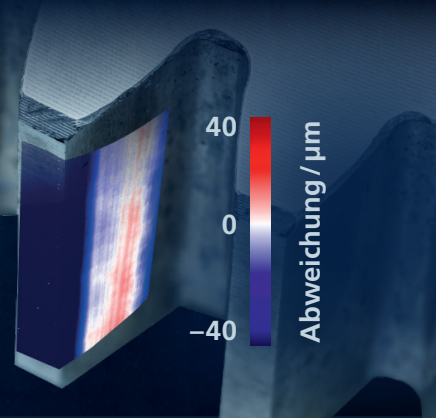
Das Messsystem HoloGear misst innerhalb kürzester Zeit – flächig und hochpräzise – und erkennt Formabweichungen auf der gesamten Flanke. HoloGear arbeitet kontaktfrei, erfasst rund 20 Millionen 3D-Punkte pro Sekunde und

erzeugt binnen Sekunden einen umfassenden Datensatz der Zahnflanke. Die Reproduzierbarkeit der Formabweichungsdaten liegt dabei unter einem Mikrometer – genau genug selbst für höchste Qualitätsansprüche.

Dank dieser Eigenschaften hat HoloGear das Potenzial, die Qualitätsprüfung bei Verzahnungen zu revolutionieren. Die flächige Flankenmessung steht dabei erst am Anfang.

### HoloGear: optisch statt taktil

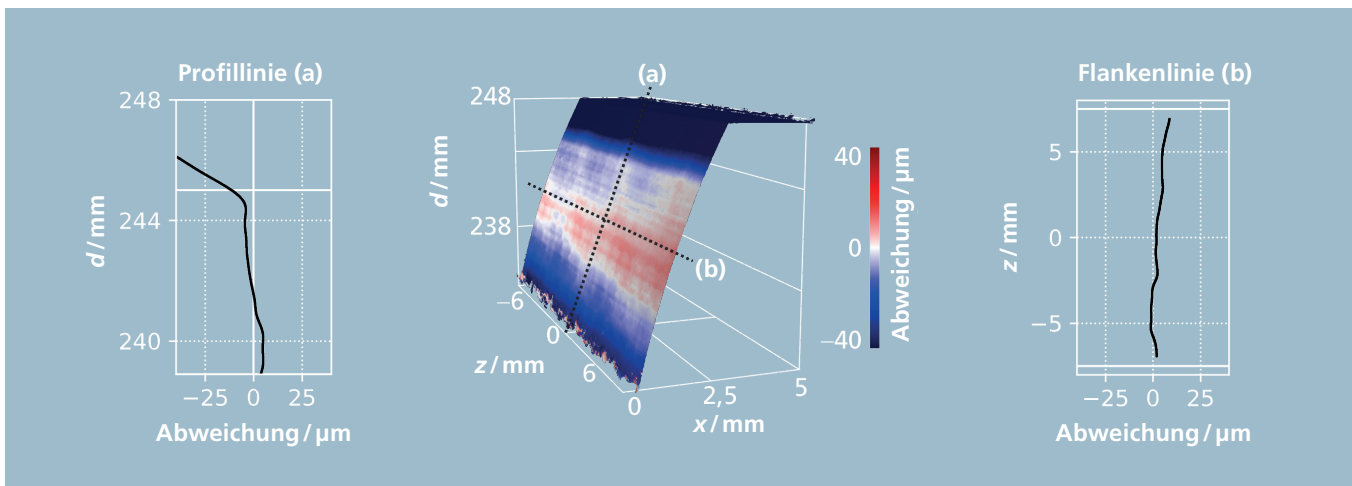
In der Messtechnik haben optische Verfahren einige Vorteile gegenüber taktilen Verfahren: Sie sind schneller in der Messung, oft genauer im Ergebnis und meist günstiger im Handling. Bei der Verzahnungsmessung scheitern optische Methoden jedoch bislang: Steile Flanken, wenig reflektiertes Licht, tiefe Strukturen und Mehrfachreflexionen machen Messungen



*HoloGear erfasst Zahnflanken schnell und präzise und erkennt dabei Formfehler innerhalb von Sekunden.*

### Vorteile

- **schnell:** Die gesamte Zahnflanke wird mit nur einer Messung erfasst.
- **flächig:** Formfehler können durch eine flächige Flankenmessung sicher erkannt werden.
- **hochpräzise:** Die Reproduzierbarkeit der Messung ist besser als 1 µm.
- **kontaktfrei:** Die Messung erfolgt optisch und damit berührungslos.



HoloGear erfasst die gesamte Zahnflanke einer Evolventenverzahnung inklusive Kopf mit einer einzigen Aufnahme in weniger als 200 ms. Hier: Beispielzahnrad mit 248 mm Außendurchmesser, Modul 4 und Zahnbreite 15 mm. Es werden 3,6 Mio. 3D-Punkte auf einer Flanke erfasst.

unmöglich. Fraunhofer IPM gelang es, mit dem Verfahren der digitalen Mehrwellenlängen holographie die Präzision taktiler Messtechnik mit der Geschwindigkeit optischer Messungen zu kombinieren. HoloGear ermöglicht erstmals die hochpräzise und gleichzeitig schnelle flächige Qualitätskontrolle einzelner Zahnflanken.

### Präzise Inspektion der Zahnflanke

HoloGear ist dafür ausgelegt, Zahnflanken direkt in der Fertigung zu prüfen: Dabei wird die komplette Flanke (inkl. Kopf- und Fuß) in einer einzigen Messung aufgenommen – ohne zu scannen. Mit einer Einzelmessung erfasst das System jeweils  $15 \times 15 \text{ mm}^2$  große Flächen mit rund 10 Mio. 3D-Punkten, rekonstruiert die 3D-Form numerisch, visualisiert und bewertet diese. Je nach Kundenwunsch lassen sich aus dem Datensatz hunderte Profil- und Flankenlinien extrahieren. Durch Drehen des Zahnrads können alle Flanken nacheinander erfasst und ausgewertet werden. Dadurch lassen sich sogar periodische Strukturfehler herauslesen, die normalerweise nur sehr schwer zu erkennen sind. Darüber hinaus sind anhand dieser Daten auch Geräuschanalysen bzw. -simulationen in hervorragender Qualität möglich.

### Digitale Mehrwellenlängen holographie

Fraunhofer IPM hat die digitale Mehrwellenlängen holographie in den vergangenen Jahren für andere Messaufgaben in der Industrie etabliert. Dank jüngster Entwicklungsfortschritte ist es gelungen, die Vorteile dieser laserbasierten Methode für die Verzahnungsmessung zugänglich zu machen. Durch den Einsatz mehrerer schmalbandiger Laser werden verschiedene synthetische Wellenlängen erzeugt. Dank dieser unterschiedlichen Messwellenlängen erschließt sich ein breites Messspektrum – je nach Rauigkeit der Oberfläche vom (Sub-)Mikrometer- bis

in den Millimeterbereich. Die Messung gelingt selbst bei wenig zurückgestreutem Licht. Und durch die Anordnung zweier Sensoren können die rechte und die linke Zahnflanke gleichzeitig vermessen werden.

Ein weiterer Vorteil: Bei holographischen Messdaten ist es möglich, tiefenausgedehnte Objekte, die außerhalb des Schärfefereichs der Abbildungsoptik liegen, numerisch scharf zu stellen. Auf diese Weise kann ein Zahn mit einer einzigen Aufnahme vom Fußkreis bis zum Kopfkreis scharf dargestellt werden.

Durch Änderungen im Optikdesign kann das Messfeld – wie bei allen Systemen der HoloTop-Familie – individuell an die gewünschte Zahnradgeometrie angepasst werden.

### Kontakt

#### Dr. Alexander Bertz

Gruppenleiter Geometrische Inline-Messsysteme  
Telefon +49 761 8857-362  
alexander.bertz@ipm.fraunhofer.de

#### Dr.-Ing. Annelie Schiller

Projektleiterin  
Telefon +49 761 8857-303  
annelie.schiller@ipm.fraunhofer.de

#### Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

Georges-Köhler-Allee 301  
79110 Freiburg  
www.ipm.fraunhofer.de