

**TEC** HNOLOGIE  
**NET** ZWERK  
**EFF** IZIENTE  
**PRO** DUKTIONSTECHNIK

**OPTISCHE SENSORIK FÜR  
HOCHGESCHWINDIGKEITSANWENDUNGEN IN DER  
PRODUKTIONSTECHNIK**

*MICHAEL LAYH, KORBINIAN PRAUSE, JONATHAN ZENDER*

**17. JUNI 2021**

- 1** **3Dvisionlab**
- 2** **ChromaCAM** Schneller, vollflächiger chromatisch-konfokal 3D-Sensor
- 3** **RQS-Control** Überwachung schnell rotierender Werkzeuge

**Optik**  
repräsentiert durch  
Prof. Layh

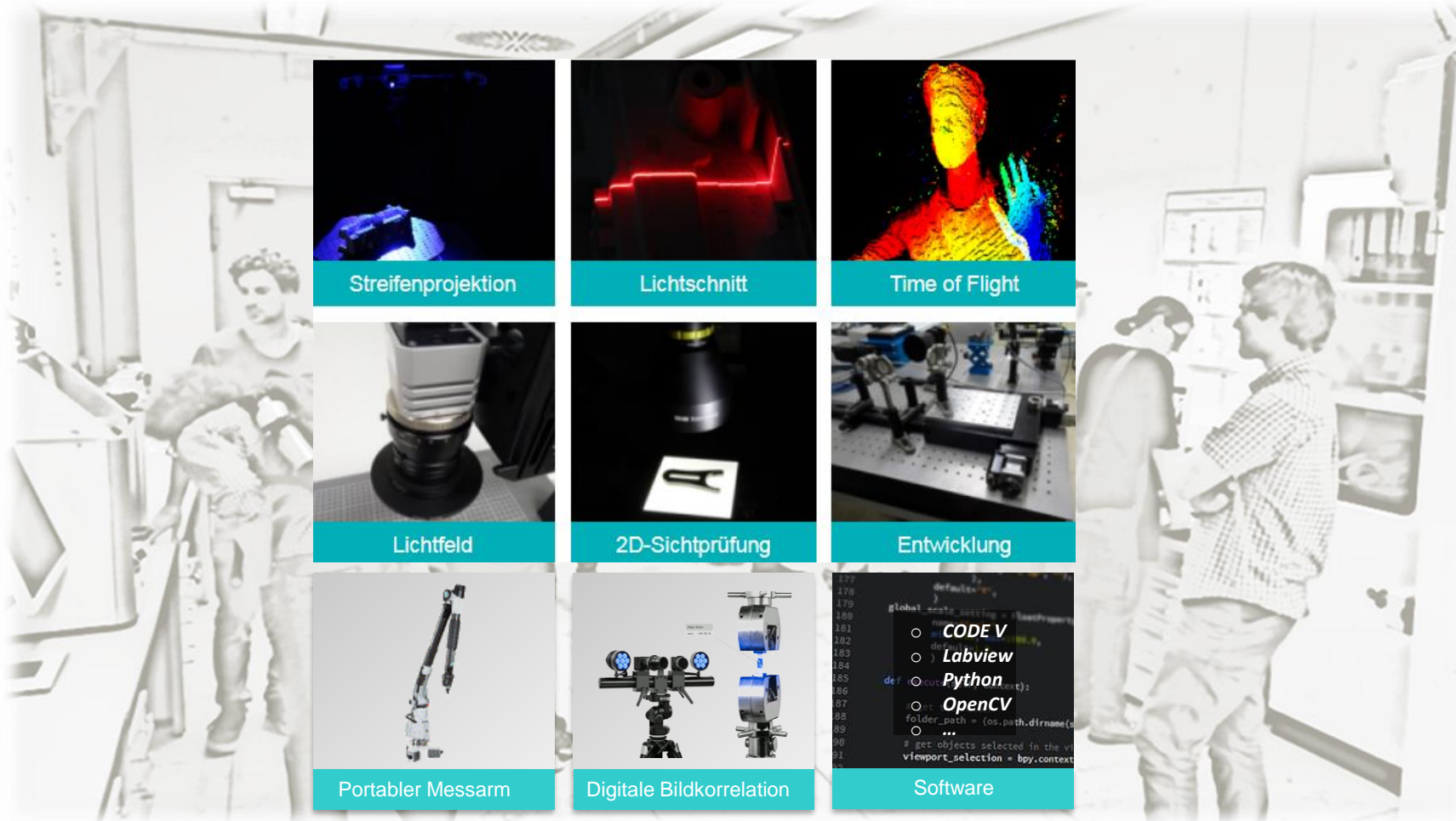


**Bildverarbeitung**  
repräsentiert durch  
Prof. Pinzer



Als besonderes Merkmal deckt die Ausstattung und die Kompetenz des Labors den gesamten Prozess von der Auslegung eines optischen Systems über die Bildaufnahme bis zur Auswertung der Informationen durch Bildverarbeitung ab;

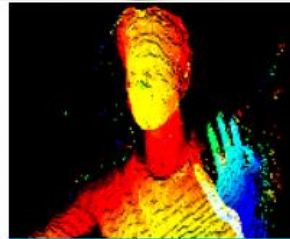
**Von der Bilderzeugung bis zur Entscheidung!**



Streifenprojektion



Lichtschnitt



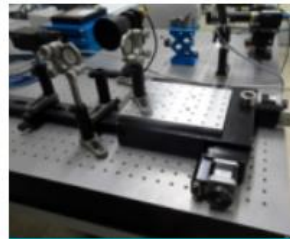
Time of Flight



Lichtfeld



2D-Sichtprüfung



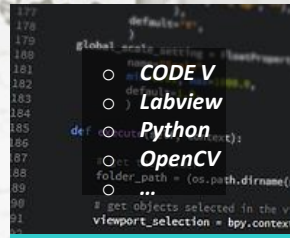
Entwicklung



Portabler Messarm



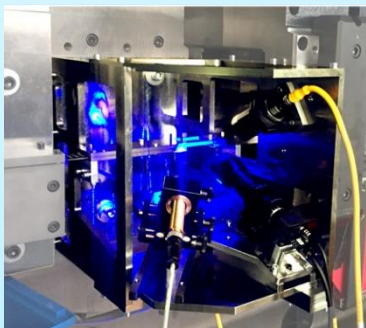
Digitale Bildkorrelation



Software

## OptiStanz

Messverfahren zur  
Inline-Qualitätsüber-  
wachung eines Stanz-  
Biege-Prozesses



In Kooperation mit dem  
**Labor für  
Werkzeugmaschinen**  
(Prof. Donhauser)

Maximilian Lorenz (MEng)

## CastCode

Vollautomatisches  
Bauteil-Codierungs-  
verfahren für die  
metallische  
Gussteilfertigung

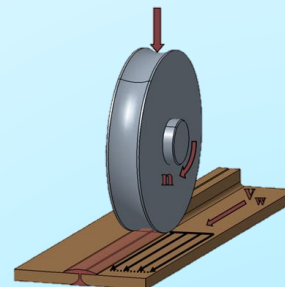


In Kooperation mit dem  
**Labor für  
Werkstofftechnik und  
Betriebsfestigkeit**  
(Prof. Hartmann)

Michael Beck (MEng)  
Felix Müller (BEng)

## RQS-Control

Optische Inline Prozess-  
überwachung des  
Reibquetschschweiß-  
verfahrens

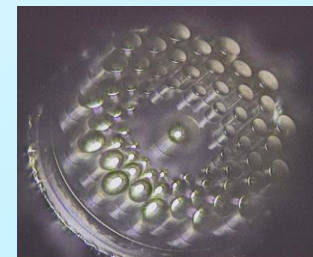


In Kooperation mit dem  
**Labor für Handhabungs-  
und Fügetechnik**  
(Prof. Vogelei)

Jonathan Zender (BEng)

## MicroSense<sub>3D</sub> / ChromaCAM

Entwicklung neuartiger  
konfokaler Messtechniken  
für die 3D-Oberflächen-  
vermessung



In Kooperation  
mit **Institut für**  **technische Optik**  
der Universität Stuttgart

Korbinian Prause (MSc)

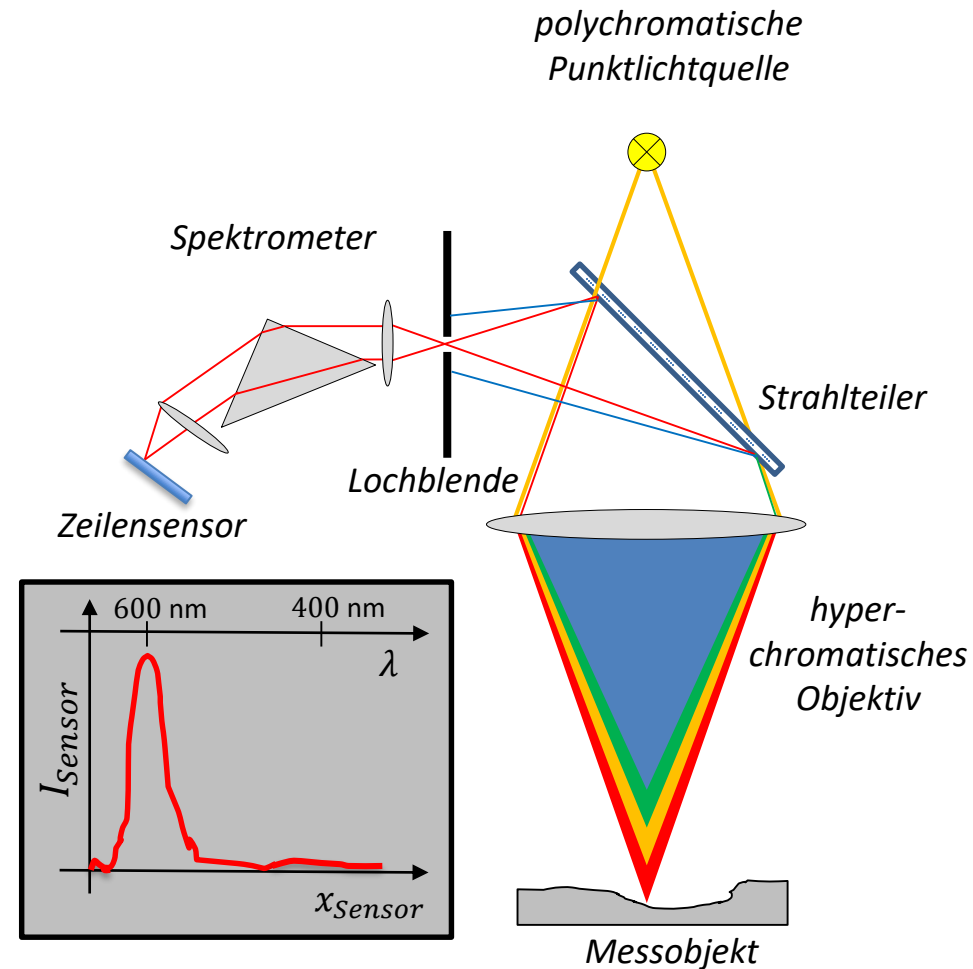
# Inhalt

- 1 3Dvisionlab
- 2 **ChromaCAM** Schneller, vollflächiger chromatisch-konfokal 3D-Sensors
- 3 **RQS-Control** Überwachung schnell rotierender Werkzeuge

# ChromaCAM: Grundprinzip der chromatisch-konfokalen Messtechnik (K. Prause)

Für eine vollflächige Oberflächenvermessung ist entweder...

- a) ein **räumliches scannen** nötig
  - lange Messzeit
  - hohe Lageanforderung (Sensor zu Messobjekt)
  - keine dynamischen Oberflächen messbar
- b) ein Beschränkung auf ein **dünn besetztes Messraster**

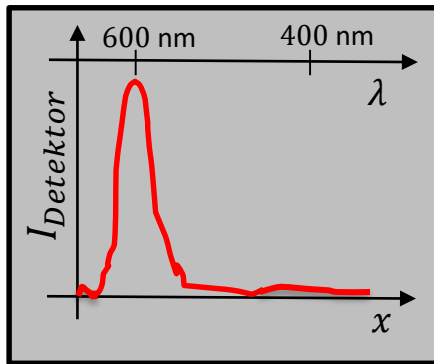


# ChromaCAM: Optische Spektralauswertung

## Aufgabe der Spektralauswertung:

Bestimmung der Position des Maximum der Spektralverteilung

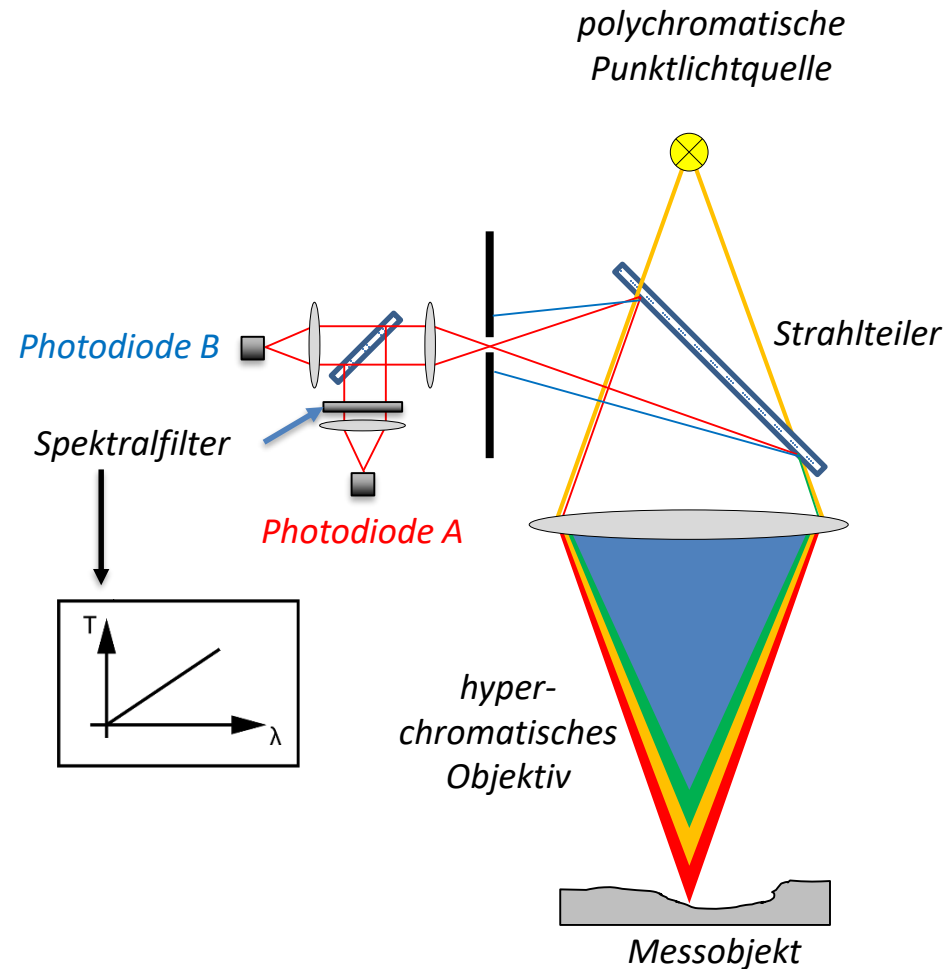
Kim et al., Optics Express, Vol. 21, (2013)



Für hinreichend scharfe Spektralpeaks gilt:

Maximum  $\approx$  Spektralschwerpunkt  $\lambda_s$

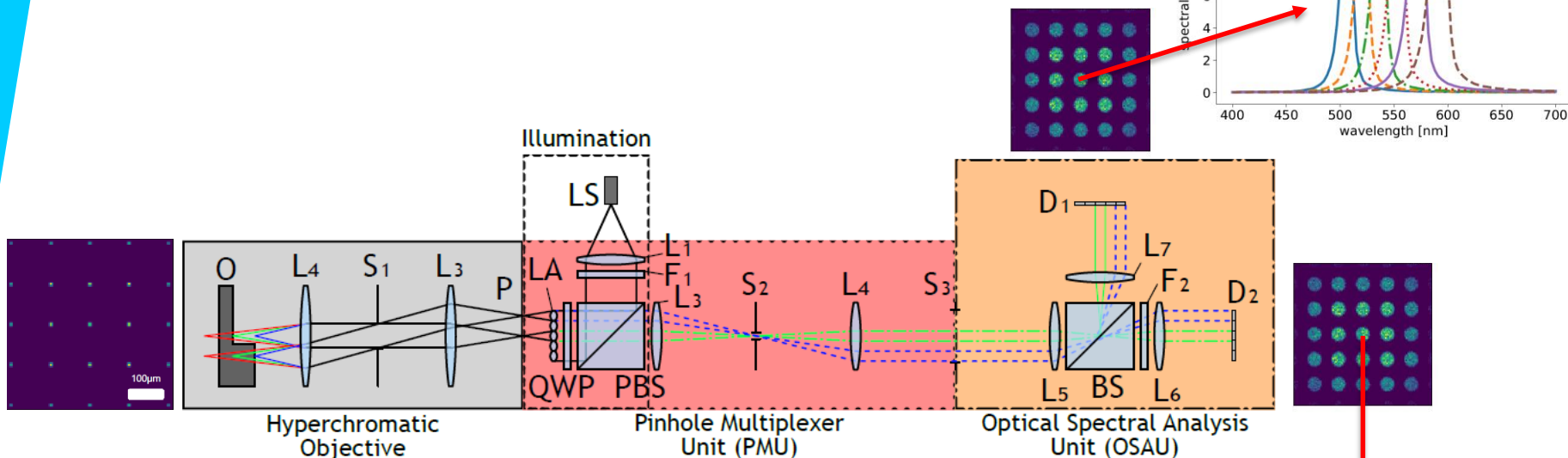
$$\lambda_s = \frac{\int \lambda \cdot I(\lambda) d\lambda}{\int I(\lambda) d\lambda} = \frac{I_A}{I_B}$$





# ChromaCAM: Schneller, vollflächiger chromatisch-konfokal 3D-Sensor

## Systemauslegung und Simulationsergebnisse



### Eckdaten:

- Skalierbares System bzgl. Messpunkteanzahl und Messfeldgröße
- Messrate entspricht der Ausleserate der eingesetzten CMOS-Sensoren
- Extreme einfache Bilddatenverarbeitung

### Nächste Schritte:

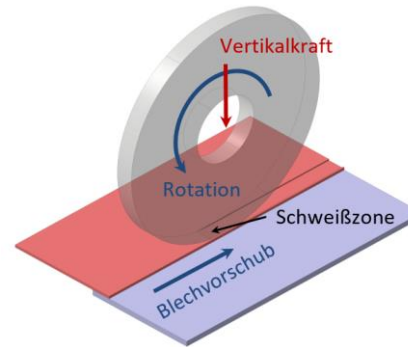
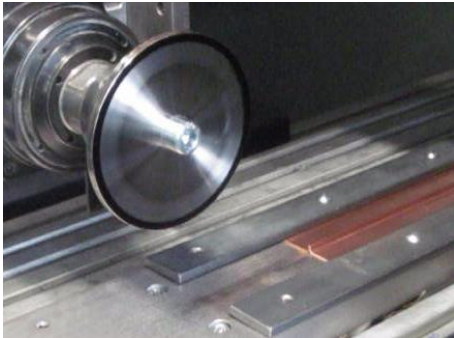
- Veröffentlichung der Systemauslegung und Simulationsergebnisse
- Aufbau eines Labor-Prototypen mit 1000 Messpunkten
- Weiterführung im Rahmen eines Industriekooperationsprojekts

Patent Hochschule Kempten PCT/EP 2020/088 020

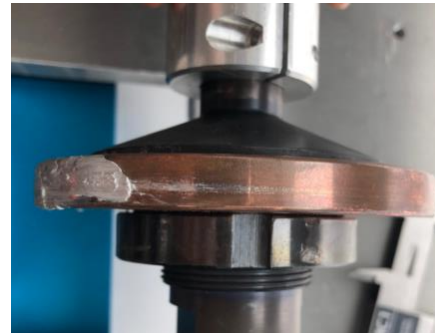
- 1 3Dvisionlab
- 2 ChromaCAM Schneller, vollflächiger  
chromatisch-konfokal 3D-Sensors
- 3 **RQS-Control** Überwachung schnell  
rotierender Werkzeuge

# RQS-Control: Überwachung schnell rotierender Werkzeuge am Beispiel des Reibquetschschweißverfahrens (J. Zender)

**Reibquetschschweißverfahren:** Prof. Vogelei, Labor für Handhabungs- und Fügetechnik



**Aufgabenstellung:** Detektion von Materialanhaftungen am RQS-Werkzeug

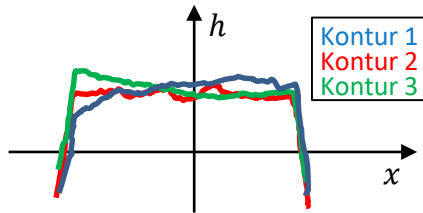


**Herausforderung:**

- Detektion soll im laufenden Prozess erfolgen
- Werkzeug rotiert mit ca. 18000 U/min (Oberflächengeschwindigkeit ca. 100 m/s)
- Quantitative Vermessung der Anhaftungen in Position, Fläche und Volumen

# RQS-Control: Grundidee der Sensorik

**Messprinzip:** Optischer Laser-Lichtschnittsensor zur 3D-Oberflächenvermessung



Aufnahme einer Vielzahl an Höhenprofilen über eine Werkzeugumdrehung zur Erzeugung eines vollflächigen 3D-Oberflächenscans.

**Problematik:** Sehr hohe Oberflächengeschwindigkeit

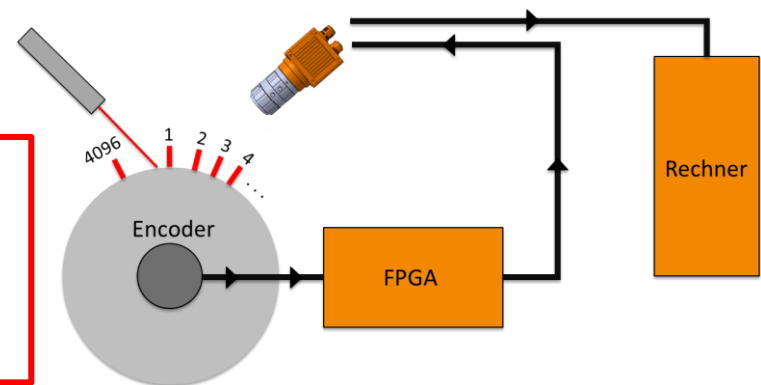
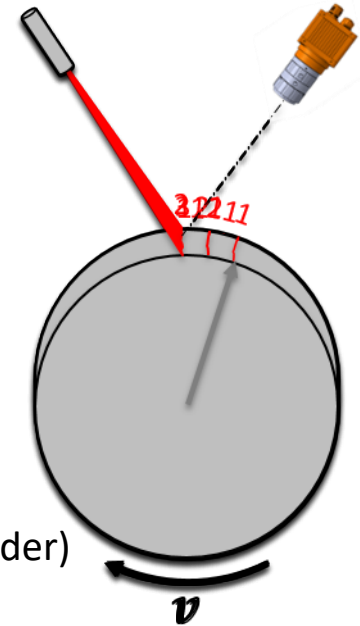
Beispiel: Wird eine **laterale Auflösung** entlang der Bewegungsrichtung von **100  $\mu\text{m}$**  benötigt, erfordert dies ca. **1 Mio. Aufnahmen pro Sekunde!**

**Lösungskonzept:** Verteilung der Laser-Lichtschnittaufnahmen über mehrere Werkzeugumdrehungen unter Zuhilfenahme eines Drehwinkelsensors (Encoder)

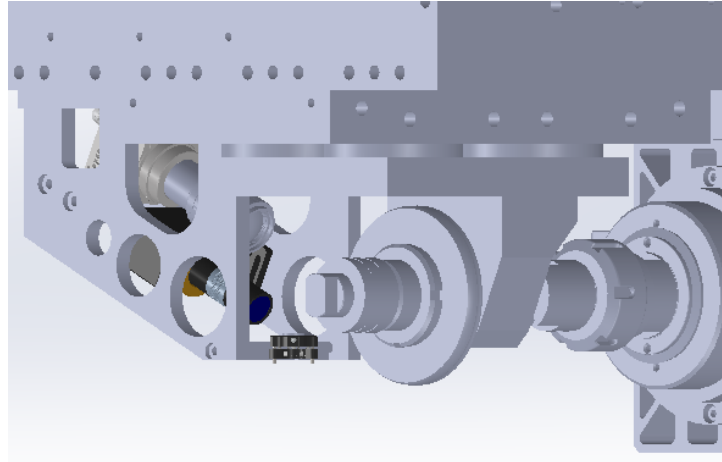
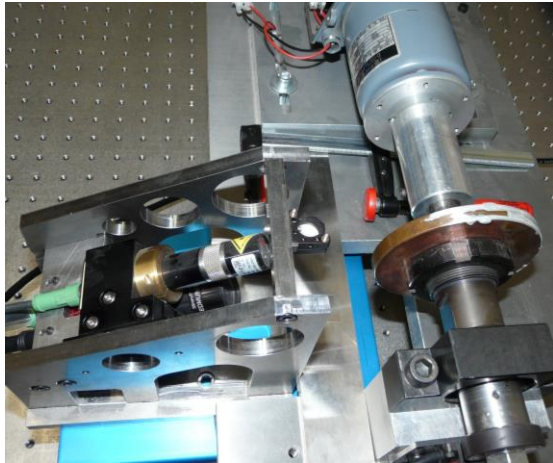
*Einfachster Fall:*

- *Kontur 1 in Umdrehung 1*
- *Kontur 2 in Umdrehung 2*

➔ Dieses **Verfahren entkoppelt** die maximal mögliche **Werkzeuggeschwindigkeit** von der maximalen **Messrate des Lichtschnittsensors!**  
➔ Verfahren funktioniert auch für sich **veränderte Werkzeuggeschwindigkeiten**



# RQS-Control: Prototyp und erste Messergebnisse



## Werkzeugdaten:

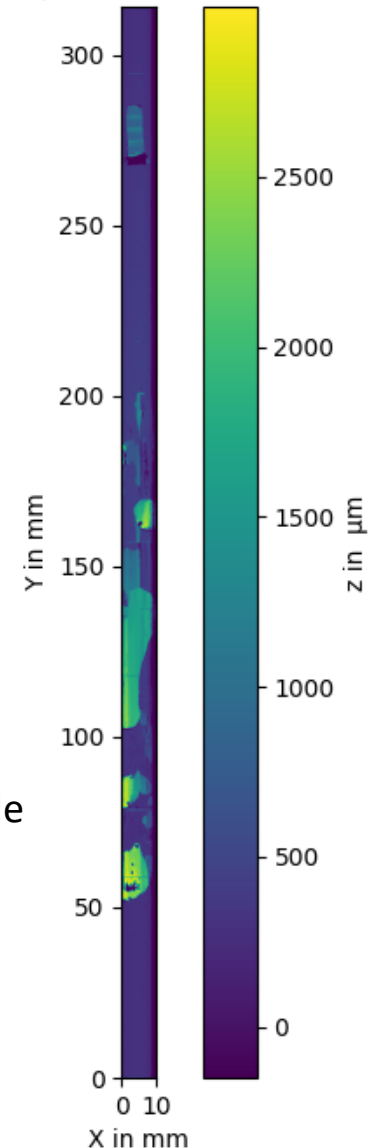
- Werkzeugdurchm.: **100 mm**
- Werkzeuggesch.: **18.000 U/min**
- Oberflächengesch.: ca. **95 m/s**

## Sensordaten:

- Höhenmessbereich: **3 mm**
- Höhenauflösung: ca. **+6  $\mu\text{m}$**
- Laterale Auflösung: ca. **76  $\mu\text{m}$**  in und **17  $\mu\text{m}$**  quer zu Laufrichtung
- Messdauer für einen vollständigen Oberflächenscan: ca. **3,4 s**  
(4096x590 Höhenmesswert)

## geplante Bild- und Datenweiterverarbeitung:

- zeitaufgelöste Positions-, Flächen- und Volumenvermessung
- Trendanalyse
- Wartungsprognose/Prozesskontrolle



*VIELEN  
DANK  
FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT*

*WISSEN / SCHAFFT / VORSPRUNG*



Bayerisches Staatsministerium  
für Bildung und Kultur,  
Wissenschaft und Kunst

