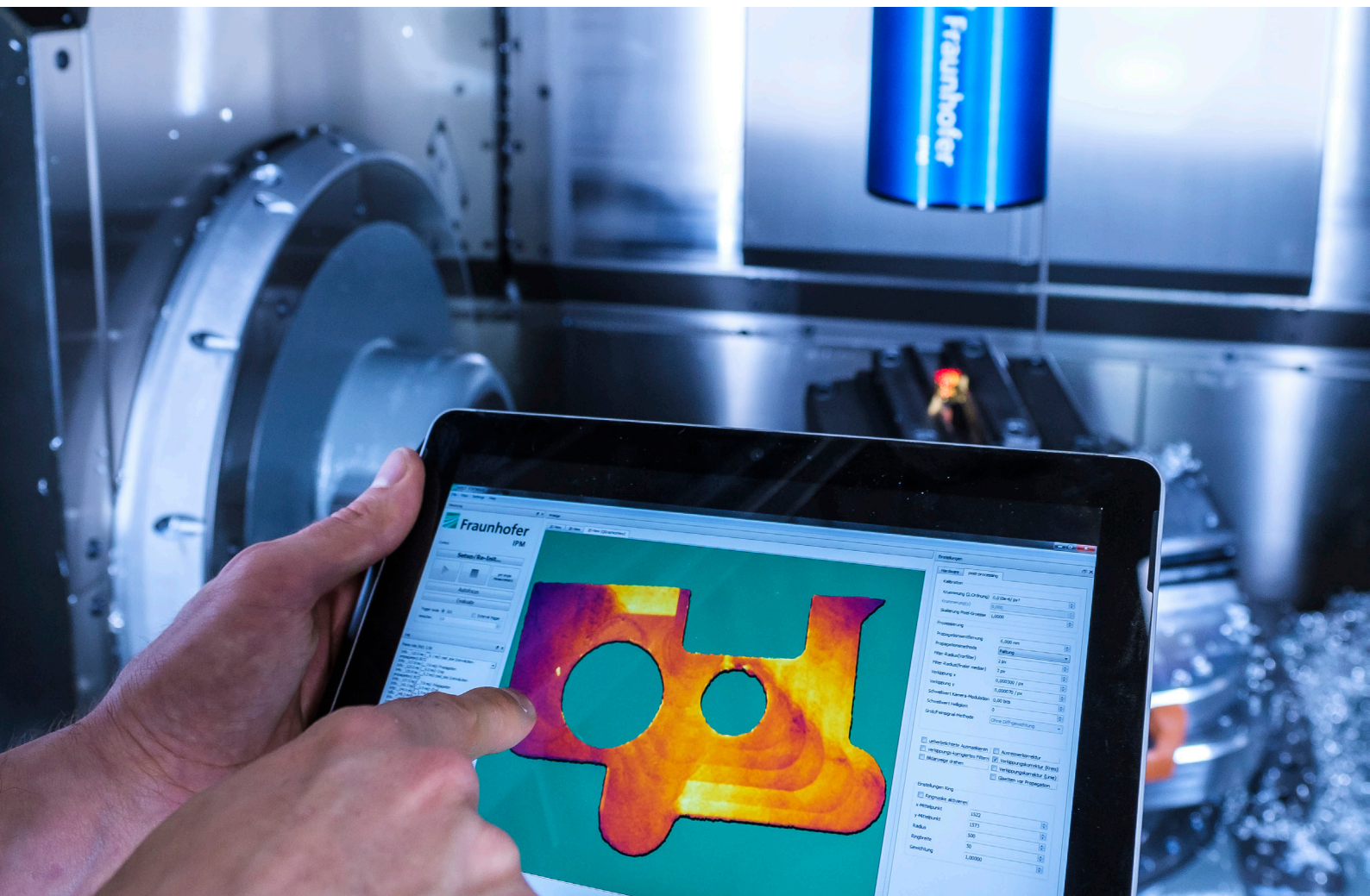


# Fokus Individuelle Massenfertigung

Produktion im Wandel: Für die 100-Prozent-Qualitätskontrolle von morgen sind flexible, innovative Lösungen gefragt.



*Mikrometergenau vermessen: Unser digital-holographisches Messsystem prüft Präzisionsbauteile direkt in der Werkzeugmaschine.*

In heutigen Produktionsumgebungen werden Güter in einer definierten Prozessreihenfolge gefertigt und montiert. Die industrielle Produktion von morgen sieht jedoch anders aus: Prozesse werden digitaler, Produkte individueller – Losgröße Eins ist keine Seltenheit mehr. Bei einem so hohen Grad an Individualisierung reicht die Qualitätsprüfung anhand von Stichproben nicht mehr aus.

## Neue Herausforderungen – neue Ansätze

Sowohl für die Fertigung als auch für die Qualitätssicherung bedeutet das vor allem eines: Neue technologische Ansätze sind gefragt. Doch wie kann man flexible und autonome Produktionsumgebungen schaffen, ohne die Effizienz und Qualität der Fertigung zu beeinträchtigen? Diese Fragen machen wir zur

Grundlage unserer Arbeit im Geschäftsfeld Produktionskontrolle. Unsere Systeme liefern schon heute einen entscheidenden Mehrwert in Bezug auf Handling, Rückverfolgbarkeit und Qualitätssicherung in der Produktion.

### Individuelle Bauteile – individuelle Rückverfolgung

Für hochindividualisierte Produkte – zum Beispiel im Medizin- oder Automobilbereich – bestehen sehr hohe Ansprüche an die Dokumentation; die Fehlertoleranz ist gering. Hier ist eine vollständige und individuelle Rückverfolgbarkeit bis zum Beginn der Wertschöpfungskette unabdinglich. Das von Fraunhofer IPM entwickelte Track & Trace Fingerprint-Verfahren ermöglicht diese individuelle Rückverfolgung, und zwar ohne jegliche Markierung: Herzstück ist ein schnelles, kamerabasiertes Lesesystem. Es erzeugt eine hochaufgelöste Aufnahme der Mikrostruktur auf der Bauteiloberfläche. Aus den Bilddaten wird eine numerische Kennung erstellt; so entsteht eine individuelle digitale Signatur für jedes Bauteil. In einer zentralen Datenbank können daraufhin alle Daten aus Produktion und Qualitätssicherung dem digitalen Zwilling des Bauteils zugeordnet werden. Dieser »Fingerabdruck« lässt sich so schnell erzeugen, dass eine Zuordnung der Daten im Produktionstakt möglich ist – der Fertigungsablauf wird also nicht beeinträchtigt.

### Flexible Qualitätssicherung direkt in der Linie

Eine weitere Herausforderung ist die Prüfung der Halbzeuge und Produkte: Wo alle Funktionsflächen vollständig geprüft werden müssen, sind inline-fähige Messsysteme eine Grundvoraussetzung. Die von Fraunhofer IPM entwickelten digital-holographischen Messverfahren ermöglichen es, auch in anspruchsvollen Umgebungen – z. B. in der Fertigungslinie oder in der Werkzeugmaschine – mit höchster Genauigkeit zu messen. Ein flächig messender Sensor vermisst beispielsweise Werkstücke in der Bearbeitungsmaschine – und zwar direkt an der Hohlchaftkegel-Schnittstelle, wo sie ohnehin zum Bearbeiten eingespannt werden. In wenigen Sekunden liefert er viele Millionen

Einzelpunkte mit einer Wiederholgenauigkeit im Sub-Mikrometerbereich. Der Vorteil: Fehler durch wiederholtes Spannen des Werkstücks entfallen und die Messzeit ist gegenüber der aufwändigen Vermessung in der Koordinatenmessmaschine deutlich kürzer. Das steigert Qualität und Effizienz.

### Forschung mit weiteren Fraunhofer-Instituten

Unsere Expertise in der individuellen Rückverfolgung von Bauteilen und der 100-Prozent-Prüfung direkt in der Linie bringen wir unter anderem im Fraunhofer-Leitprojekt SWAP ein. Ziel des Projekts ist es, Fertigungsprozesse so zu optimieren, dass sie bestmöglich ausgelastet und hochflexibel sind, indem modulare Einheiten in verschiedenen Schwärmen von Werkzeugen, Maschinen, Mess- und Prüfeinrichtungen sowie Transportmitteln miteinander kollaborieren. Ein Teil des Projekts widmet sich der Kombination von Handling, Identifikation und Prüfung der Bauteile: Mobile Robotersysteme sollen die einzelnen Bauteile greifen, mittels Track & Trace Fingerprint automatisch identifizieren und mit auf der mobilen Plattform montierten Messsystemen vollständig prüfen. Anschließend werden die Bauteile zur nächsten Arbeitsstation weitertransportiert. So sollen die einzelnen Teile künftig ihren Weg durch die Produktion selbst »finden« – am Ende dieses Prozesses steht eine vollständig automatisierte 100-Prozent-Prüfung aller Teile direkt in der Fertigungslinie.

### Fertigungsoptimierung mithilfe von KI

Zentral ist dabei der Einsatz von maschinellem Lernen: Die während der Qualitätsprüfung generierten Prüfergebnisse werden dem digitalen Zwilling jedes Bauteils zugeordnet und dienen als Datengrundlage für die Analyse und Optimierung des Fertigungsprozesses. Durch Transfer Learning (also das »Lernen aus dem Ähnlichen«) soll dieses Wissen auf andere Produktvarianten übertragen werden. Langfristig soll so ein prozessübergreifendes Modell des maschinellen Lernens entstehen, das nicht für jede Fertigungsanlage neu angelehrt werden muss.



Jedes Teil direkt in der Fertigung vollständig zu prüfen – das ist unser Anspruch.«



Dr. Daniel Carl,  
Abteilungsleiter



Fraunhofer-Verbund Produktion  
Leitprojekt SWAP