



1 *Typische Prozesskette  
in der Mikrofertigung*

## PROZESSOPTIMIERUNG IN DER MIKROFERTIGUNG

### Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK

Pascalstraße 8-9  
10587 Berlin

#### Ansprechpartner

Dr.-Ing. Dirk Oberschmidt  
Tel.: +49 30 39006-159  
Fax: +49 30 39110-37  
dirk.oberschmidt@ipk.fraunhofer.de

[www.ipk.fraunhofer.de](http://www.ipk.fraunhofer.de)

Kleine und präzise Bauteile, z. B. für die Medizintechnik und für Mikrosysteme, oder mikrostrukturierte Formwerkzeuge für Spritzgussreplikationen werden in der Regel durch komplexe Prozessketten hergestellt. Diese bestehen häufig aus mehreren verknüpften Mikrofertigungsverfahren, wie Hochpräzisionszerspanung, Ultrapräzisionszerspanung, Laserstrahlabtragen, Mikrofunkenerosion und Abformen, z. B. durch Spritzgießen. Mikrofertigungsprozesse reagieren aufgrund vieler Größeneffekte sensibel auf Prozessschwankungen. Zudem können Mikrofertigungsprozesse nur schwer vom Maschinenbediener optisch oder akustisch überwacht werden, so dass beispielsweise unbemerkter Werkzeugbruch zu hohen Nachbearbeitungskosten oder sogar Ausschuss führen kann. Daher ist die messtechnische Überwachung und die Optimierung von einzelnen Prozessen sowie von ganzen Prozessketten ein Forschungsschwerpunkt am Fraunhofer IPK.

Dabei steht die Steigerung der Qualität, Produktivität, Prozesssicherheit, Anlagenverfügbarkeit, Wirtschaftlichkeit und der Ressourceneffizienz im Fokus. Eine Basis für die Prozessoptimierung bilden in diesem Zusammenhang wissenschaftliche Analysen der Fertigungsergebnisse, der Prozess- und der Störgrößen. Die Verbesserungsansätze reichen hier von der technologischen Anpassung der Prozessparameter bis hin zur Weiter- und Neuentwicklung von Maschinenkomponenten, Werkzeugen oder Mikrobauteilen sowie Mikrosystemen. Die Analyse von Mikrofertigungsprozessen stellt aufgrund der geringen Strukturgrößen, der vergleichsweise geringen Bearbeitungskräfte und der hohen Dynamik der Prozesse eine große Herausforderung dar.

---

## Unsere Kompetenzen

---

Das Anwendungszentrum Mikroproduktionstechnik (AMP) des Fraunhofer IPK stellt sich seit mehr als 10 Jahren den Herausforderungen der Mikrofertigungstechnologien. Dabei hat sich die systematische Prozessoptimierung in fünf Schritten bewährt. Zuerst definieren wir gemeinsam mit unseren Kunden die konkreten Ziele des Vorhabens. Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung und dem engen Kontakt zu führenden Industrieunternehmen sind wir in der Lage, Ziele und Prozesskennwerte anwendungsgerecht und realistisch festzulegen. Im zweiten Schritt erfolgt die messtechnische Erfassung aller relevanten Daten, um den Prozess im dritten Schritt zu analysieren. Anschließend werden neue oder verbesserte Lösungen abgeleitet. Im fünften Schritt werden Strategien zur Qualitätskontrolle festgelegt.

Zur Abbildung von kompletten und unterschiedlichen Prozessketten im Haus stehen am Fraunhofer IPK unter anderem Hochpräzisionsfräsmaschinen der Firmen Wissner und Röders, eine Ultrapräzisionsmaschine der Firma Moore, mehrere Mikro-EDM-Bearbeitungszentren von AGIE und Zimmer&Kreim sowie moderne Spritzgussmaschinen der Firma Battenfeld zur Verfügung. Für die ganzheitliche, messtechnische Charakterisierung der Prozessketten ist das Fraunhofer IPK exzellent ausgestattet. Beispielsweise werden zur Erfassung von Maschineneigenschaften hochgenaue Laser-Interferometer von Renishaw,

Lasertracer von Etalon und Rundheitsformtester eingesetzt. Die Bauteilqualität kann beispielsweise mit Hilfe einer Koordinatenmessmaschine vom Typ F25 der Firma Zeiss, einem Weißlichtinterferometer, einem Rauheits- und Formmesssystem InfiniteFocus der Firma Alicona und mit verschiedenen Rasterelektronenmikroskopen erfolgen. Zur Datenerfassung während der Mikrozerspanprozesse stehen eine hochdynamische Kraftmessplattform und ein AE-Sensorsystem von Kistler, ein Einpunkt-Laservibrometer der Firma Polytec und ein Kamerasystem zur Werkzeugverschleißfassung zur Verfügung. Bei den funkenerosiven Verfahrensvarianten stehen dafür ein Speicheroszilloskop und eine Strommesszange von Tektronix zur Verfügung.

---

## Unser Angebot

---

Wir lösen akute Probleme in der Fertigung unserer Auftraggeber direkt vor Ort und bieten dafür ein umfangreiches Leistungspaket, von der systematischen Problemanalyse bis zur Entwicklung von Prozessen und Prozessketten. Unsere Tätigkeitsschwerpunkte umfassen:

- Prozess- und Prozesskettenoptimierung vor Ort
- Entwicklung und Optimierung von komplexen Prozessketten am Fraunhofer IPK
- Analyse der Maschinengenauigkeit und -dynamik
- Umfangreiche Bewertung der Bauteilqualität mit taktilen und optischen Systemen
- Zerspankraftanalyse

- Verschleißanalyse von Mikrozerspanwerkzeugen und Elektroden für die funkenerosiven Verfahrensvarianten
- Prozessüberwachung mit Körperschallmessungen
- Messung der Werkzeugabdrängung von Mikrozerspanwerkzeugen
- Versuchsplanung nach DoE-Methoden
- Prozessoptimierung nach DMAIC- oder DMAEC-Methoden

---

## Ihr Nutzen

---

Nutzen Sie die langjährige Erfahrung und die Kompetenzen des Fraunhofer IPK im Bezug auf Prozess- und Prozesskettenoptimierung, um Ausschuss oder Nachbearbeitungskosten zu verringern und die Wirtschaftlichkeit Ihrer Fertigung zu erhöhen. Durch die Möglichkeit, messtechnische Analysen auch vor Ort durchzuführen, können akute Probleme zeitnah und unkompliziert gelöst werden.