

# Maschinelle Fertigung höchster Qualität

Innovationen für die Präzisionsfertigung hoch komplexer Bauteile aus hochwertigen Materialien und die Erzielung von optimierten Oberflächeneigenschaften

Die Notwendigkeit einer verbesserten Produktqualität und die Forderungen nach Beschleunigung der Produktion sowie Kostensenkung machen es für Hersteller erforderlich, ihre Fertigungsprozesse und -technologien zu verbessern. In einigen Branchen, wie Energie- und Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt, sind Qualitäts- und Sicherheitsaspekte von besonderer Bedeutung. Um hierbei den Anforderungen an Flexibilität und Wirtschaftlichkeit gerecht zu werden, benötigen flexible Fertigungszellen autonome Abläufe.

## Zielsetzung

Das Institut für Fertigungstechnik und Photonische Technologien (IFT) der TU Wien strebt mit seinen Innovationen deutliche Qualitätsverbesserungen sowie Einsparung von Energie- und Kostenaufwand in der industriellen Hochleistungsproduktion an, von der Massen- bis hin zur Einzelfertigung (Losgröße 1).

Besondere Herausforderungen stellen variierende Bauteilgeometrie, Werkzeugverschleiß oder veränderte bzw. streuende Materialeigenschaften dar – etwa bei Materialwechsel bzw. bei Werkstoffverbunden oder durch Materialinhomogenität.

## Lösungsansätze

Die Lösungswege, die sich am IFT als besonders erfolgreich erwiesen haben, beinhalten fast immer mehrere der folgenden Schritte:

- Durchführung von Machbarkeitsstudien
- Auswahl und Weiterentwicklung entsprechender Produktionsprozesse
- Entwicklung von geeigneten Mess- und Testverfahren sowie von Sensor- und Aktuator-Systemen
- Sensorintegration zur Darstellung von Prozessdaten (Monitoring, Qualitätssicherung) sowie zur adaptiven Steuerung von Fertigungsverfahren (in-Prozess-Regelung)
- Zielgerichtete Modifikation der Oberflächeneigenschaften komplexer Bauteile

## Additive Fertigung

Mit additiver Fertigung kann endkonturnahe produziert werden. Das ist materialsparend, ressourceneffizient und für hochfeste oder schwer zu zerspanende Materialien besonders wichtig. Die benötigten Materialien sind oft auf Nickelbasis (z.B. Inconel) oder beinhalten besonders kostspielige Elemente (z.B. Titan). Durch die gezielte Kombination von additiven und subtraktiven Fertigungsverfahren gelingt es, sowohl das zu zerspanende Materialvolumen als auch die Bearbeitungszeit deutlich zu reduzieren. Neben modernsten Roboterschweißanlagen (WAAM, DAD) steht am IFT auch ein 3D-Metallpulverdrucker basierend auf dem SLM Verfahren (Selective Laser Melting, Selektives Laserschmelzen) zur Verfügung. Das zu fertigende Bauteil wird dabei aus Metallpulver Schicht für Schicht mithilfe eines Lasers durch Mikroschweißprozesse aufgebaut.

Das IFT hat mit additiver Fertigung viel Erfahrung und spezielles Know-how erarbeitet. Dies ermöglicht für Projekte mit Anwendern:

- gezielte Auswahl und Optimierung von Bearbeitungsprozessen, Prozessführung, -überwachung und -regelung in Abhängigkeit von der angestrebten Bauteilqualität
- zügige Entwicklung von Messsystemen und Datenbanken sowie Datenanalyse zur automatisierten Erkennung von Schadstellen und Geometrieabweichungen sowie zur weitgehend autonomen und selbstoptimierenden Fertigung



## Sensorisierter Werkzeughalter

Für die hochpräzise spanende Bearbeitung wurde am IFT ein Werkzeughalter mit aktivem Kontrollsystem entwickelt, der parallel zur Bearbeitung die Prozessparameter erfasst und an die Prozesssteuerung kommuniziert. Damit können Prozessinstabilitäten frühzeitig erkannt und ausgeglichen sowie Produktionsausfälle

vermieden werden. Die vom Werkzeughalter übermittelten Bearbeitungswerte werden in Echtzeit in der Prozesssteuerung verarbeitet und nötigenfalls eine Anpassung der aktuellen Bearbeitungsparameter, wie Vorschub und Drehzahl, vorgenommen. Dies ermöglicht:

- autonome Optimierung der Prozessparameter und Steigerung der Produktivität
- Vermeidung von Instabilitäten wie „Rattern“ und vorzeitige Werkzeugausfälle
- Monitoring, um Daten für Prozessdokumentation, Postprocessing und Qualitätsmanagement zur Verfügung zu stellen



## Mikrobearbeitung

Zunehmend enger werdende Toleranzen, die Miniaturisierung von Einzelteilen und Mikromaschinen sowie besonders heikle Materialien (z.B. optische Linsen) stellen die Fertigungstechnik vor besondere Herausforderungen. Am IFT stehen eine ECM-Fräsmaschine mit ultrakurzen Spannungsimpulsen sowie eine einzigartige mechanische Fräsmaschine, die Oberflächenqualitäten wie beim Schleifen liefert, zur Verfügung. Sie ermöglichen:

- Strukturen im Bereich von Mikro- bis Nanometern
- optimale Prozesse und Werkzeuge für die hochpräzise Bearbeitung von hochfesten und schwer zerspanbaren, „heiklen“ Werkstoffen auszuwählen
- optimale Prozessparameter für die Fertigung zu finden

## Oberflächenbearbeitung mit MHP

Die Leistungsfähigkeit eines Bauteils aus Metall hängt sehr stark von den Eigenschaften seiner Oberfläche sowie der oberflächennahen Grenzschicht ab. Sie können zielgerichtet und sehr effizient durch maschinelles Oberflächenhämmern bzw. Machine Hammer Peening (MHP) beeinflusst werden. Dabei wird ein Werkzeug mit meist kugelförmiger Hartmetallspitze in eine oszillierende Bewegung von oft bis zu 500 Hz versetzt.

Am IFT wurde ein neuartiger Hammer mit hochdynamischem Kurzhub-Linear-Reluktanzmotor entwickelt. Mit ihm kann während der gesamten Oberflächen-

behandlung erstmals jeder einzelne Schlag präzise gesteuert, überwacht und dokumentiert werden. Das ermöglicht:

- gezielte Beeinflussung der statischen und dynamischen Festigkeit, der Struktur (Mikrogeometrie, Reibung) und Härte sowie der thermischen, elektrischen, magnetischen und chemischen Eigenschaften
- Substitution von thermischen Härteverfahren
- teilweisen Ersatz manuellen Polierens
- erhebliche Verlängerung der Nutzungsdauer/ Standzeit – z.B.: um bis zu 50% bei Spritzgussformen
- unsichtbare 3-dimensionale magnetische Codierung von Bauteilen
- verbesserte Qualitätssicherung



## Ihr Nutzen

Das IFT der TU Wien verfügt über mehr als 40 Jahre Erfahrung mit Innovationen im Bereich Werkstoffbearbeitung und Werkzeugmaschinen. Die Erkenntnisse aus einer Vielzahl von Forschungsprojekten und Industriekooperationen ermöglichen eine höchst effektive Zusammenarbeit, kompetente Beratung und effiziente Umsetzung von Innovationen. Die TU Wien unterstützt Sie und bietet Ihnen:

- umfassende Verbesserung einzelner Fertigungsprozesse - mit mehrdimensionaler Zielsetzung
- Produktinnovationen
- Optimierung der gesamten Produktionskette – einschließlich Bearbeitung, Logistik, Energieverbrauch und Betriebseffizienz
- Zugang zu einem vielfältigen Netzwerk von erfahrenen Werkzeug- und Maschinenherstellern
- schnelle Umsetzung von Innovationsideen für Ihre Produkte

## Kontakt

Prof. Dr. Friedrich Bleicher  
 TU Wien – Forschungsbereich Fertigungstechnik  
[www.ift.at](http://www.ift.at)  
 +43 1 58801 31100  
[office@ift.at](mailto:office@ift.at), [foma@tuwien.ac.at](mailto:foma@tuwien.ac.at)