



**Fraunhofer-Innovationscluster  
Maintenance, Repair and Overhaul  
in Energie und Verkehr**

#### **Geschäftsstelle**

Fraunhofer-Institut für  
Produktionsanlagen und  
Konstruktionstechnik IPK  
Pascalstraße 8-9  
10578 Berlin

Markus Röhner  
Tel. +49 30 / 39006-279  
Fax +49 30 / 39110-37  
markus.roehner@ipk.fraunhofer.de

#### **Ansprechpartner Reparaturtechnologien**

Dr.-Ing. Bart van Duikeren  
Tel. +49 30 / 39006-124  
Fax +49 30 / 39110-37  
bart.duikeren@ipk.fraunhofer.de

[www.innovationscluster-mro.de](http://www.innovationscluster-mro.de)

## **MRO-INNOVATIONSFELD REPARATURTECHNOLOGIEN**

#### **Ausgangssituation**

Kostenintensive Maschinen und Anlagen rentieren sich meistens erst, wenn sie über eine lange Nutzungsphase betrieben werden. Um diese Dauer gewährleisten zu können, müssen verschlissene Teile entweder repariert oder Ersatzteile gefertigt werden. Bei hochwertigen Bauteilen bietet die Reparatur gegenüber dem Austausch ein großes Einsparungspotenzial. Bei der Entwicklung neuer Reparaturtechnologien sind insbesondere die Anforderungen im Vergleich zur Neufertigung zu beachten. Denn Vorgänge in der Wartung und Instandhaltung sind im Gegensatz zur Neufertigung deutlich weniger vorhersehbar. So wird die Reparatur häufig am Einzelstück vor Ort zu einem vorab unbestimmten Zeitpunkt durchgeführt, während die Fertigung vorwiegend in Serienfertigung in einem Produktionsumfeld zu einem festgelegten Zeitpunkt stattfindet.

Außerdem sind oft die Werkstoffe und der Zustand zu reparierender Teile unbekannt. Eine besondere Situation stellt die Reparatur von Elektronik dar, weil oft ein direkter Ersatz oder eine Reparatur nicht möglich ist.

#### **Zielsetzung**

Die Ziele für neue Reparaturverfahren sind durch hohe Anforderungen an Flexibilität und Adaptivität des Verfahrens vorgegeben. Derzeit werden diese Anforderungen überwiegend durch manuelle Tätigkeiten bewerkstelligt. Dieses Vorgehen ist sehr kosten- und zeitintensiv und beinhaltet immer das Risiko, dass die Endqualität vom Mitarbeiter maßgeblich beeinflusst wird. Eine Automatisierung des Prozesses trägt sowohl zur Produktivitäts- als auch zur Qualitätssteigerung bei.

Um höchst beanspruchte Bauteile vor extremen Verschleiß zu schützen, werden diese – wie Turbinenschaufeln und Schienenradsätze – aus verschleißfesten Werkstoffen hergestellt oder mit speziellen Schutzschichten versehen. Für die Bearbeitung dieser Materialien werden neue leistungsfähige und flexible Bearbeitungsverfahren benötigt. Die größte Herausforderung in der Wartung und Reparatur entsteht, wenn das benötigte Ersatzteil nicht mehr verfügbar ist. Oft fehlen zusätzlich sämtliche Fertigungsunterlagen. Häufig trifft dies beispielsweise auf Dampfturbinen und Schienenfahrzeuge zu, bei denen eine Betriebsdauer von mehr als 40 Jahren nicht selten ist. Benötigt werden meistens nur Einzelteile oder Kleinserien, so dass sich eine konventionelle Fertigung sowohl zeitlich als auch wirtschaftlich nicht lohnt. Mittels 3D-Scanverfahren kann die aufwändige Fertigungsvorbereitung deutlich reduziert werden. In Kombination mit generativen Verfahren wie dem Selektiven Lasersintern können Bauteile sogar direkt hergestellt werden.

---

### Vorgehensweise

---

Im Innovationsfeld sollen im Rahmen von öffentlichen und bilateralen Projekten Lösungen zur Steigerung der Wiederverwendungsquote hochwertiger, verschlissener Bauteile erarbeitet werden.

Der Fokus liegt dabei auf Flexibilität und Adaptivität des Prozesses, so dass sich der Prozess an den individuellen Befund des Bauteils anpassen kann.

Einige der anvisierten Forschungsschwerpunkte besitzen hohe Querschnittswirkungen über verschiedene Branchen hinweg, da sich deren Anforderungen bzw. deren Bedarfe überschneiden. Allgemein lassen sich als Bedarfe nennen:

- Entwicklung von Strategien zur Erhöhung des Automatisierungsgrades in der Reparatur und Instandhaltung
- Erhöhung der Flexibilität von Reparaturverfahren
- Rapid Manufacturing von Ersatzteilen
- Erhöhung der Bauteillebensdauer
- Entwicklung mobiler Werkzeugmaschinen zur Vor-Ort-Instandhaltung

---

### Projektthemen

---

Einige aus dem konkreten Bedarf der Industrie ermittelte Themen sind:

- Reduzierung der Werkzeugvielfalt und Werkzeugbereitstellungskosten
- Reprofilierung von Schienenradsätzen
- Robotergesteuerte Fräs- und Schleifbearbeitungen komplexer Bauteile
- Entwicklung neuer Bearbeitungsstrategien für z.B. Titan- und Nickelbasislegierungen
- Flexible Spannvorrichtungen
- Verbesserung der Verschleißfestigkeit mittels Oberflächenbehandlung

---

### Ausblick

---

Mit der Reparatur und der anschließenden Wiederverwendung eines Bauteils können viele Fertigungsschritte eingespart werden. Damit bietet die Reparatur sehr häufig sowohl ökologische als auch ökonomische Alternativen zum Bauteilaustausch. Der Bedarf an »Maintenance, Repair and Overhaul« betrifft jedoch nicht nur die Branchen Energie und Verkehr, sondern auch Hersteller von Produktionsanlagen mit hohen Investitionskosten bei langer Lebensdauer.