



# Fraunhofer

IWS



Dresden

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WERKSTOFF- UND STRAHLTECHNIK IWS



## FESTWALZEN VON 3D-FREIFORMFLÄCHEN

Erhöhung der Bauteillebensdauer durch lokale Beeinflussung der Randschichteigenschaften

### Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

Winterbergstraße 28, 01277 Dresden

Fax +49 351 83391-3210  
www.iws.fraunhofer.de

Ansprechpartner:  
Dipl.-Ing. Andreas Grimm  
Telefon +49 351 83391-3205  
andreas.grimm@iws.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Sebastian Schulze  
Telefon +49 351 83391-3565  
sebastian.schulze@iws.fraunhofer.de

### Aufgabenstellung

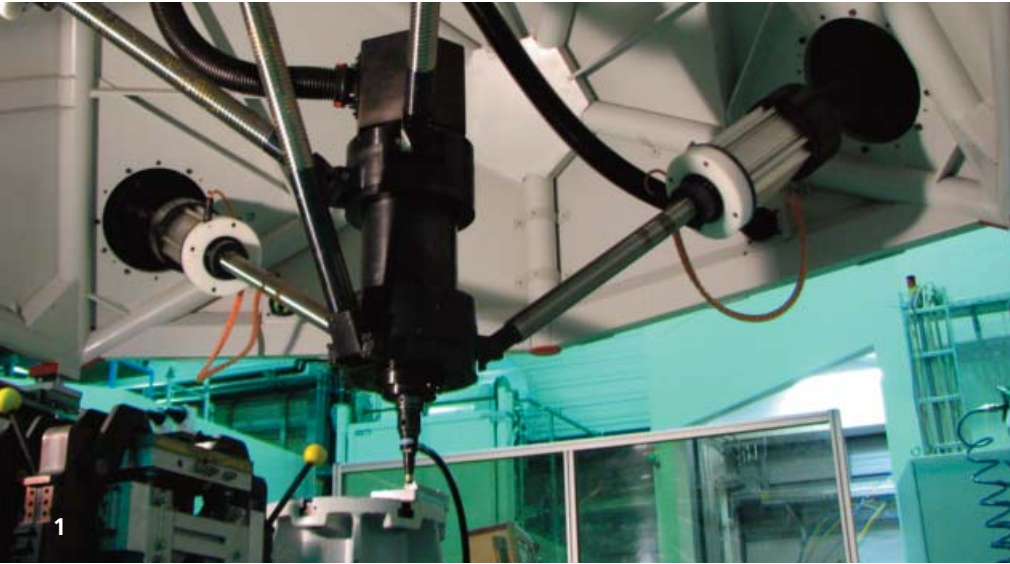
Die Steigerung der Lebensdauer und Sicherheit zyklisch beanspruchter Bauteile rückt vermehrt in den Fokus aller Bereiche des Maschinen- und Anlagenbaus. Mechanische Randschichtverfestigungsverfahren stellen eine effiziente Lösungsmöglichkeit dieser Problematik dar. Insbesondere Ermüdungsfestigkeit und Spannungsrisskorrosionsbeständigkeit können teilweise drastisch erhöht werden. Jedoch ist die Integrationsfähigkeit in moderne Werkzeugmaschinen oft ein Hindernis. Einen vielversprechenden Lösungsansatz eröffnet hier das Festwalzen. Neben der Bearbeitung rotationssymmetrischer Bauteile an Drehmaschinen birgt diese Technologie hinsichtlich des Einsatzes an 3D-Bearbeitungsmaschinen zur Behandlung von Freiformflächen bisher kaum genutztes Potenzial.

### Lösungsansatz

Am Fraunhofer IWS wurde in Zusammenarbeit mit dem Industriepartner Metrom GmbH und mit Unterstützung des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr sowie der Verbundinitiative Maschinenbau Sachsen das kraftgeregelte Festwalzen von Bauteilen an einer 3D-Fräsmaschine umgesetzt.

### Vorteile des Verfahrens

- herausragende Oberflächengüte
- relativ große Tiefenwirkung
- Kraftregelung erlaubt Steuerung der Wirtktiefe
- spanende Bearbeitung und Oberflächenbehandlung in einer Aufspannung
- ortsselektive Behandlung möglich
- sehr gut in moderne Werkzeugmaschine integrierbar
- moderate Anschaffungskosten



## Strategie

Zyklische Bauteilbeanspruchungen führen besonders an einseitig auf Zug belasteten Außenwandungen von Bauteilen zur Bildung kritischer Risse. Als Gegenmaßnahmen sind u. a. folgende Strategien zur Erhöhung der Bauteillebensdauer und Sicherheit bekannt:

- Reduzierung der Oberflächenrauheit: Dies verringert die Kerbwirkung und erschwert die Rissbildung,
- Erhöhung der Versetzungsdichte im Material: Dies steigert die Sicherheit gegen Rissbildung,
- Einbringen von Druckeigenstress: Dies vermindert die für das Risswachstum nötigen Zugspannungen.

## 3D-Bewegungsmaschine

Die Versuche wurden auf einem 3D-fähigen Fräsbearbeitungszentrum durchgeführt, welches auf dem Konzept der Parallelkinematik basiert, einem sogenannten Pentapod. In Zusammenarbeit mit dem Hersteller wurde die Anlage dabei so modifiziert, dass eine schnelle interne Messung

und Regelung der Andruckkraft der Arbeitsspindel möglich ist. Dies ist ein wichtiger Vorteil in Hinblick auf das Festwalzen. Auch bei komplexen Geometrien und unterschiedlichen Bauteiltoleranzen bzw. –verformungen kann so eine gleichbleibende Andruckkraft und somit Oberflächengüte gewährleistet werden.

## Ergebnisse

Das 3D-Festwalzen ist mit dem vorgeschlagenen Anlagen- und Regelkonzept realisierbar. Es wurden reproduzierbar gleichmäßig hohe Oberflächenqualitäten an den gewalzten Proben erreicht (Titelbild). Die Reduktion der Oberflächenrauheit betrug dabei bis zu 78 %. Werkstoffabhängig ist auch eine Erhöhung der oberflächennahen Härte möglich; an den geprüften Materialien betrug sie bis zu 10 % bei einer Tiefenwirkung von bis zu 1,5 mm unter der Oberfläche. Ermüdungsversuche zeigen, dass scharfe Konturübergänge (Kanten, Schrägen) vermieden werden sollten, da diese mitunter eine Rissinitiation bei zyklischer Beanspruchung begünstigen.

## Anwendungsmöglichkeiten

Bauteile mit anspruchsvoller Geometrie aus den Bereichen:

### Energieerzeugung

- Wellen, Schaufelfußhalterungen und Schaufelfüße moderner Gas- und Dampfturbinen
- Verdichter, Pumpenräder

### Fahrzeugbau

- PKW-Fahrwerkskomponenten, z. B. Quer- und Längslenker aus Blechumformteilen bzw. Aluminium-Gusswerkstoffen

### Maschinen- und Anlagenbau

- Lasteinleitungspunkte und Lagerstellen an Getriebe- und Motorengehäusen

### Luft- und Raumfahrt

- Festwalzen laserstrahlgeschweißter Strukturelemente zur Kompensation des Schweißnaht-Undermatchings

*Titelbild Lokal gewalzte Probe*

1 *3D-Fräsbearbeitungszentrum (Pentapod)*

2 *Hydraulisches Walzwerkzeug im Versuchsaufbau*

## Kenndaten der Werkzeugmaschine

Hersteller:	Metrom GmbH, Chemnitz
System:	voll 3D-fähige 5-Achs-Parallelkinematik
Regelprinzip:	Kraftregelung
Regelfrequenz:	max. 500 Hz
Regelbereich:	1,0 bis 12,0 kN

## Gefördert durch:

STAATSMINISTERIUM  
FÜR WIRTSCHAFT  
ARBEIT UND VERKEHR

