

# Laserintegrierte Komplettbearbeitung

## Laserintegration und lasergestützte Verfahren

**Im Fokus**

Seit einigen Jahren wird am IFSW und am ZFS daran gearbeitet, Verfahren und Maschinen zur laserintegrierten Komplettbearbeitung zu entwickeln. Durch die Kombination des thermischen Werkzeugs Laser mit "den klassischen" Fertigungsverfahren ergibt sich eine Vielzahl neuer Bearbeitungsmöglichkeiten innerhalb einer Werkzeugmaschine (siehe Abb. 1). Insbesondere im Rahmen des Landesprojekts "Laserintegrierte Fertigung" (LaiF), das 1997 abgeschlossen wurde, sind große Fortschritte auf diesem Gebiet gelungen.

Das Ziel der Komplettbearbeitung ist es, mehrere verschiedene Fertigungsverfahren in eine Maschine zu integrieren. Dadurch wird nur eine Aufspannvorrichtung bzw. Handhabung benötigt. Neben einer Reduktion der Anzahl der benötigten Maschinen werden auch Materialflusszeiten und unproduktive Stillstandzeiten der Maschine verkürzt. Die Bearbeitung in einer Aufspannung ermöglicht zudem eine Steigerung der Fertigungsqualität.

Der Einsatzbereich solcher Maschinen gliedert sich in zwei Sparten. Bei Großserienproduktionen führt das Zusammenfassen von mehreren Bearbeitungsschritten zu einer Zeit- und Kostenreduktion. Die Maschinen müssen hier speziell auf bestimmte Ferti-

gungsschritte abgestimmt werden, die sie möglichst präzise und schnell durchführen. Bei kleineren Serien hingegen ist es sinnvoll, die Maschinen flexibel und modular aufzubauen, so dass auch stark unterschiedliche Teile auf der Maschine gefertigt werden können.

Die Strahlung von Nd:YAG- und Diodenlasern lässt sich gut in Glasfasern koppeln und so an einen bestimmten Ort innerhalb einer Maschine bringen. Damit bietet sich der Laser als verhältnismäßig kleines, aber sehr vielseitiges Werkzeug besonders für die Integration in eine spanende oder umformende Werkzeugmaschine an. Zusätzlich zu den herkömmlichen Bearbeitungsmöglichkeiten der Maschine können so gängige Laserprozesse durchgeführt

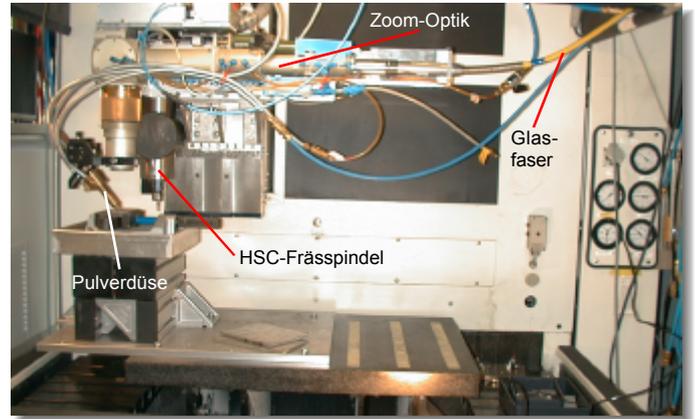


Abb. 2: Laserintegrierte HSC-Fräsmaschine zum Rapid Prototyping

werden. Dazu zählen Fügen und Trennen genauso wie die Techniken der Laseroberflächenbehandlung (LOB). Hierbei werden Oberflächeneigenschaften durch Härten, Umschmelzen oder Beschichten gezielt verändert bzw. verbessert.

Im Zuge neuerer Entwicklungen ist es möglich, bei der Integration auch die Kombination der herkömmlichen Prozesse mit dem Laser zu berücksichtigen. Insbesondere ist die Laserunterstützung von spanabhebenden und umformenden Verfahren zu nennen. Lasergestütztes

Drehen und Fräsen kann für die Bearbeitung schwer zerspanbarer und spröder Materialien bis hin zur Keramik eingesetzt werden. Auch bei den lasergestützten Umformverfahren liegt der Vorteil in der Möglichkeit, sehr spröde metallische Werkstoffe zu bearbeiten. Doch selbst bei wenig spröden Materialien lassen sich Bearbeitungszeit und Verschleiß durch partielles Erwärmen verkürzen.

### Modularintegrierte Fräsmaschine

Am IFSW/ZFS wurde im Rahmen des LaiF-Projektes eine modulare laserintegrierte Fräsmaschine aufgebaut. Diese ist in Abb. 2 dargestellt. Die Grundmaschine ist eine dreiachsige Fräsmaschine der Firma Klink. Als Laser kann ein Nd:YAG- oder ein Diodenlaser eingesetzt werden.

Die Laserleistung kann optional durch ein Pyrometer geregelt werden. Eine Pulverfördereinheit wurde ebenfalls in die Anlage integriert. Die Steuerung erfolgt durch verschiedene Regelrechner, die über einen Bedienrechner verknüpft sind. Auf der Anlage sind neben der Fräsbearbei-

Integration in einer Maschine			
Laserverfahren		Lasergestützte Verfahren (LAM)	spanende und umformende Prozesse
mit Pulslaser	mit cw-Laser		
Bohren Schneiden Gravieren	Schneiden Schweißen Löten LOB: • Härten • Umschmelzen • Beschichten • Legieren • Dispergieren	lasergestütztes • Drücken • Fräsen • Drehen usw.	Drehen Fräsen Drücken Biegen Drückwalzen Prägen

Abb. 1: Fertigungsverfahren der laserintegrierten Komplettbearbeitung



Abb.3: 5-Achs Drehzentrum mit vollständig integrierter Strahlführung

tung sämtliche cw-Laseroperationen einschließlich des lasergestützten Fräsens durchführbar.

In dieser modularen Konfiguration stellt die Anlage eine ideale Plattform für experimentelle Untersuchungen dar. Zur Zeit wird die Tauglichkeit dieser Anlage für funktionales Rapid Prototyping untersucht.

**Drehzentrum mit Laserintegration**

Nachdem sowohl am IFSW als auch am ZFS bereits mehrere Dreh- und Fräszentren mit einer Laserintegration nachgerüstet wurden, konnte ebenfalls im Rahmen des LaiF-Projektes eine Maschine bereits in der Konzeptphase mit einem Lasermodul ausge-

stattet werden. Das von der Firma Index gebaute 5-Achs-Drehzentrum (siehe Abb. 3) ist in Zusammenarbeit mit dem IFSW mit einem Laserkopf und einer Strahlführung ausgerüstet worden. Diese umfasst eine Fasereinkopplung an der Rückseite der Maschine und ein Spiegelsystem, das den Strahl an der B/Y-Achse der Maschine in eine Schweiß- bzw. LOB-Optik einkoppelt (siehe Abb. 4).

Besonders interessant ist eine Anwendung, die in Serienfertigung Ventilbauteile komplett bearbeitet. Bei den in Abb. 5 gezeigten Beispielteilen der Firma Herion wird eine Drehbearbeitung vor dem Fügen in der Maschine genutzt, um unvermeidliche Spannfehler auszugleichen.



Abb.4: Arbeitsraum des Drehzentrums INDEX G200

Danach werden die Teile mit dem Laser verschweisst. Die Schweißnähte sind bis 60 bar druckdicht.

Benzingen auf der EMO '99, mit einer für die zur laserunterstützten Warmzerspannung entwickelten Drehmaschine. Auf dieser



Abb. 5: Laserintegrierte Komplettbearbeitung von Magnetschlußhülsen (Fa. Herion)

**Ausblick**

Anfang dieses Jahres wurden im Rahmen der thematischen Neuausrichtung der Schwerpunkte des IFSW die Forschungsaktivitäten im Bereich der Laserintegration und der Komplettbearbeitung in das ZFS verlagert, wo auch Experten aus den Gebieten Steuerungstechnik und Werkzeugmaschinen tätig sind. Die am IFSW entwickelten Grundlagen können dann am ZFS interdisziplinär weiterentwickelt und in Zusammenarbeit mit den Industriepartnern auf ihren industrietauglichen Einsatz hin optimiert werden. Am ZFS werden dabei auch die neuen Hochleistungsdiodenlasersysteme beim Einsatz in Dreh- und Fräszentren hinsichtlich ihrer Industrietauglichkeit und Wirtschaftlichkeit sowie neuer Anwendungsfelder untersucht.

Die in unterschiedlichen Projekten vom IFSW und ZFS entwickelten Ideen und herausgearbeiteten Vorteile der laserintegrierten Komplettbearbeitung werden derzeit wieder von Werkzeugmaschinenherstellern aufgegriffen. Dies zeigte der Drehmaschinenhersteller

Maschine werden Laufringe aus Silizium-Nitrid-Keramik für Präzisionskugellager gefertigt.

Das Interesse an der laserintegrierten Komplettbearbeitung für den industriellen Einsatz ist gestiegen und wird sich in Zukunft fest in den bisherigen Fertigungsstrukturen etablieren.

*Institutsadresse:*  
 Institut für Strahlwerkzeuge  
 Pfaffenwaldring 43  
 70569 Stuttgart  
 Tel.: +49 (0)711-685 6840  
 Fax: +49 (0)711-685 6842

*Kontakt / Redaktion:*  
 Dipl.-Ing. Matthias G. Müller  
 FGSW - Forschungsgesellschaft für Strahlwerkzeuge  
 Nobelstr. 15  
 70569 Stuttgart  
 Tel.: +49 (0)711-687 4321  
 Fax: +49 (0)711-685 6842  
 E-Mail: matthias.mueller@fgsw.uni-stuttgart.de  
<http://www.ifsw.uni-stuttgart.de>