

## Neue Versuchshalle des IFSW

Ein Ziel des Instituts für Strahlwerkzeuge ist, durch Forschung und Entwicklung zum Fortschritt der Lasertechnik und zu einem erfolgreichen Einsatz des Lasers in der industriellen Fertigung beizutragen. Nachdem in früheren Jahren die Themen Oberflächenbehandlung, Schneiden und Grundlagenuntersuchungen zum Laserstrahlschweißen im Vordergrund standen, liegen die Schwerpunkte der Verfahrensentwicklung am IFSW nun auf zwei Gebieten mit besonders hohem Forschungs- und Anwendungspotential: dem Schweißen von Aluminiumlegierungen und der Mikro-materialbearbeitung. Hier erfordern grundlegende Untersuchungen und Entwicklungen bis hin zu Demonstrationsvorhaben für den industriellen Einsatz einen Stand der Systemtechnik höchster Aktualität, der durch eine ganzheitliche Neustrukturierung des Versuchsfelds erreicht wurde.

Da die Lasermaterialbearbeitungsverfahren mit dem CO<sub>2</sub>-Laser, wie zum Beispiel das Schneiden und das Schweißen von Stahlwerkstoffen, in der Industrie bereits etabliert sind, ist der Forschungsbedarf auf diesem Gebiet weitaus niedriger als noch vor einigen Jahren. Die Forschungsschwerpunkte der Verfahrensentwicklung am IFSW liegen derzeit im Bereich Aluminiumschweißen, Leichtbaustrukturen und Fügen mit Lasern neuester Generation.

### Schweißen von Leichtbaustrukturen

In mehreren BMBF-, BRITE- sowie vom Land Baden-Württemberg und von der Industrie geförderten Projekten konnte umfangreiches Prozesswissen zum Laserstrahlschweißen von Aluminium erarbeitet werden. Dieses schwierige Fügeverfahren wird nun so weit beherrscht, dass mehrere industrielle Serienanwendungen möglich wurden. Weitere Forschungsarbeiten konzentrieren sich



Abb. 2: 5-Achs-Bearbeitungsstation TLC100

auf die Nutzbarmachung des Potentials neuer Strahlquellen mit guter Fokussierbarkeit und der Multifokustechnik.

Im Jahr 1999 startete am Institut ein umfangreiches Projekt zum Thema "Innovativer Leichtbau durch energiereduziertes Fügen mit Lasersystemen neuester Generation" (LEICHTER). Im Rahmen dieses Vorhabens soll das Schweißen von Leichtmetalllegierungen für den Verkehrsmittelbau mit Nd:YAG-Laser neuester Generation grund-

legend untersucht werden. Ziel ist es, Tragwerke hoher Festigkeit und Steifigkeit in Bezug auf Gewichtsreduktion und einen optimalen Einsatz dieser Laser zu erarbeiten.

Der hohe Forschungsbedarf auf dem Gebiet der Mikrobearbeitung hatte zur Folge, dass bei der Umstrukturierung des Versuchsfelds das Mikrobearbeitungslabor auf 140 m<sup>2</sup> erweitert und mit neuen hochpräzisen, hochdynamischen Bearbeitungsanlagen sowie mit modernsten Lasersystemen ausgestattet wurde (siehe LASERMAGAZIN 4/99).

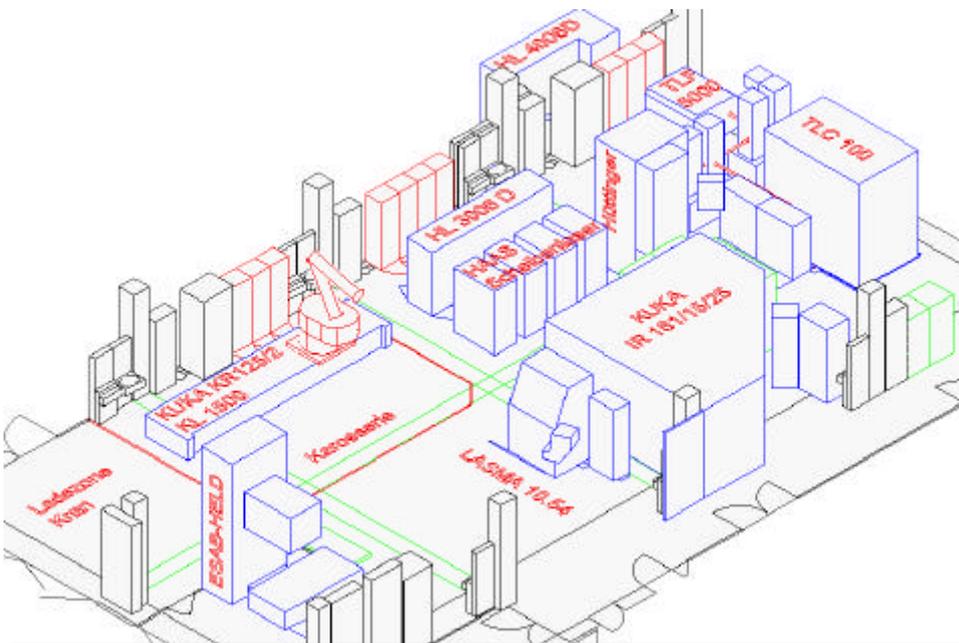


Abb. 1: Neu eingerichtete Versuchshalle des IFSW

### Neues Hallenkonzept

Die genannten Beweggründe führten dazu, das bestehende Konzept, das vor allem durch die Strahlführung der CO<sub>2</sub>-Laser geprägt war, zu verlassen und das Versuchsfeld nach einem komplett neuen Konzept auszurichten. Eine schematische Übersicht des neuen Aufbaus zeigt Abbildung 1.

### CO<sub>2</sub>-Laser

Zu diesem Zeitpunkt verfügt das Institut über einen neuen 5kW CO<sub>2</sub>-Laser hoher Strahlqualität der Firma TRUMPF GmbH. Diese Strahlquelle kann zu zwei Bearbeitungsmaschinen geschaltet werden:



an eine 4-Achs-Bearbeitungsstation, welche hauptsächlich für Beschichtungsaufgaben benutzt wird und an eine 5-Achs-Maschine mit hoher Positioniergenauigkeit, eine TLC 100 (s. Abbildung 2). An dieser Station werden Schneid- und Schweißaufgaben sowie Untersuchungen zur Prozessüberwachung durchgeführt. Beide oben genannten Bearbeitungsmaschinen können sowohl mit dem CO<sub>2</sub>-Laser als auch mit Nd:YAG-Lasern genutzt werden.

**Nd:YAG-Laser**

Das IFSW verfügt derzeit über zwei lampengepumpte Nd:YAG-Laser: ein 3 kW- und ein 4 kW-System. Diese Strahlquellen können über Glasfasern an alle Bearbeitungsstationen geschaltet werden. Ein modernes Strahlführungssystem ermöglicht bei gleichzeitiger Überwachung aller Sicherheitskreise die abwechselnde Kopplung eines Lasers mit allen Bearbeitungsmaschinen im "time-sharing"-Betrieb. Für Zweistrahlversuche mit bis zu 7 kW Gesamtleistung können die beiden Festkörperlaser addiert werden. In Zusammenarbeit mit dem benachbarten Institut für Technische Physik des DLR ist es sogar möglich, eine Strahlenkombination mit 3 + 3 + 4 kW zu realisieren.

**Scheibenlaser**

Die vorhandene Ausrüstung an Strahlquellen wird im



Abb.3: Roboter auf Linearachse mit 4,5 m Verfahrgeweg

Laufe des Jahres mit diodengepumpten Festkörperlaser (Scheibenlaser) mit Nennleistung bis 6kW ergänzt. Diese Laser verfügen über eine sehr viel höhere Strahlqualität, einen deutlich höheren Wirkungsgrad als lampengepumpte Systeme und können mit speziellen Glasfasern zur Erzeugung einer Fokusmatrix genutzt werden.

**Bearbeitungsanlagen**

Veraltete Bearbeitungsmaschinen wurden durch neue Maschinen mit höherer Genauigkeit, größeren Arbeitsbereichen und modernsten Steuerungen ersetzt; inzwischen sind 50 % der am Institut vorhandenen Anlagen weniger als ein Jahr alt.

Um Kompatibilität mit den Projektpartnern zu gewährleisten, wurde beispielsweise eine neue Roboterstation aufgebaut. Dabei handelt es sich um einen Knickarmroboter der Firma KUKA Roboter GmbH, welcher auf einer Linearachse montiert bis zu 4,5 m verfahren werden kann. In dieser Station ist es möglich, ganze Karosseriestrukturen zu bearbeiten. In Abbildung 3 ist die Roboterstation im Bauteilhandling zu sehen: Die Bearbeitungsoptik ist fest an einem Ständer angebaut, der Roboter führt das Werkstück unter dem stillstehenden Laserstrahl.

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit der Forschungsgesellschaft für Strahlwerkzeuge mbH (FGSW), einer dem Institut nahe stehenden, gemeinnützigen Gesellschaft, wird praxisnahe Forschung und industrielle Umsetzung von Ergebnissen grundlagenorientierter Forschung gefördert. Für derartige Untersuchungen sowie für Erprobungen im Rahmen des Laserberatungsverbund Südwest (LBV) wurde eine weitere 4-Achs Laserbearbeitungsanlage integriert. Aufgrund der hohen Flexibilität sowie der einfachen Programmierung ist diese Maschine besonders gut



Abb.4: Kompakte 4-Achs-Laserbearbeitungsmaschine

für die flexible Bearbeitung von Musterteilen geeignet. Die Positioniergenauigkeit von 0,02 mm erlaubt eine sehr genaue Teilebearbeitung. An dieser Anlage können sowohl Schweiß- als auch Schneidversuche durchgeführt werden. Forschung und Entwicklung werden hier auf die Anforderungen der Industrie transferiert.

Neben den in der Tabelle aufgezählten Strahlquellen und Bearbeitungsanlagen stehen für den Forschungsbetrieb entsprechende Diagnose- und Messeinrichtungen zur Verfügung. Eine mechanische Werkstatt sowie Elektro- und Elektroniklabors dienen der Unterstützung des Versuchsbetriebs. Fazit: Das neue Versuchsfeld am IFSW bietet vollständig modernste Infrastruktur, um Forschung, Entwicklung und Technologietransfer schlagkräftig voranzutreiben.

**Strahlquellen:**

**HL4006D Nd:YAG-Festkörperlaser**  
Leistung am Werkstück: P<sub>L</sub> = 4 kW (cw)  
Strahlparameterprodukt:  
w<sub>0</sub> \* q = 25 mm\*mrad

**Diodengepumpter Yb:YAG-Scheibenlaser**  
(Prototyp ab 03.00)  
Leistung am Werkstück:  
P<sub>L</sub> = 2 kW (cw)  
6 kW (ab 07/00)  
Strahlparameterprodukt:  
w<sub>0</sub> \* q < 5 mm \* mrad

**HL3006DNd:YAG-Festkörperlaser**  
Leistung am Werkstück: P<sub>L</sub> = 3 kW (cw)  
Strahlparameterprodukt:  
w<sub>0</sub> \* q = 25 mm\*mrad

**TLF5000turbo CO<sub>2</sub>-Laser**  
Ausgangsleistung: P<sub>L</sub> = 5 kW (cw)  
Strahlqualitätskennzahl: k = 0,5

**Bearbeitungsstationen**

- **KR 125/2**  
**6-Achs-Knickarmroboter auf Linearereinheit KL1500**  
Traglast: 125 kg  
Zusatzlast: 120 kg  
Verfahrgeweg: 5000 mm  
Wiederholgenauigkeit: <± 0,2 mm

- **TLC100**  
**5-Achs-Bearbeitungsstation**  
3 Linearachsen  
2 Rotationsachse  
Max. Vorschubgeschw.: 20 m/min  
Max. Verfahrgeweg: 1500 mm  
Positioniergenauigkeit: <± 0,03 mm

- **Hüttlinger**  
**4-Achs-Bearbeitungsstation**  
3 Linearachsen  
1 Rotationsachse  
Max. Vorschubgeschw.: 12 m/min  
Max. Verfahrgeweg: 1100 mm  
Positioniergenauigkeit: <± 0,02 mm

- **IR 161/15/25**  
**6-Achs-Knickarmroboter**  
Traglast: 25 kg  
Zusatzlast: 40 kg  
Max. Reichweite: 1552 mm  
Wiederholgenauigkeit: <± 0,2 mm

- **ESAB-HELD**  
**4-Achs-Bearbeitungsstation**  
3 Linearachsen  
1 Rotationsachse  
Max. Vorschubgeschw.: 20 m/min  
Max. Verfahrgeweg: 1500 mm  
Positioniergenauigkeit: <± 0,03 m

- **LASMA10.54**  
**4-Achs-Laserbearbeitungszentrum**  
3 Linearachsen  
1 Rotationsachse  
Max. Vorschubgeschw.: 20 m/min  
Max. Verfahrgeweg: 1000 mm  
Positioniergenauigkeit: <± 0,02 mm

**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>