

# Nutzen der Lasertechnik – Härten und Auftragsschweißen an großen Bauteilen

*Voll im Trend der Marktnachfrage liegt das Fünf-Achs-Laserbearbeitungszentrum bei BR TEC Bühler im schweizerischen Turbenthal. Die Ende 2009 installierte Anlage punktet mit allen Vorteilen des Lasers und hat zwei Besonderheiten. Zum einen lassen sich auf ihr fein gegliederte, empfindliche Funktionsbereiche selbst bei sehr großen Werkstücken gezielt dreidimensional per Laser beschichten und härten. Zum anderen bietet sie alle Voraussetzungen, auch kleine Stückzahlen oder gar Einzelstücke wirtschaftlich zu bearbeiten.*

MARTIN WOHLGENANNT

Das Fünf-Achsb-Bearbeitungszentrum profitiert von den besonderen Stärken des Lasers, nämlich der hohen Energiedichte und der geringen Wärmebringung in das Werkstück. Die multifunktionale Anlage verfügt über einen 4 m langen, 2 m breiten und 1 m hohen Arbeitsbereich. Selbst voluminöse und kompliziert gestaltete Werkstücke lassen sich somit auf der Anlage bearbeiten, auch mit Vertiefungen, Durchbrüchen und Bohrungen. Durch das Laser-Pulverauftragschweißen können die Härte und die mechanischen Eigenschaften des aufgeschweißten Materials genau auf den Lastfall abgestimmt werden. Die Anlage wird auch zum Laserhärten eingesetzt. Der lokal sehr begrenzte Wärmeeintrag in das Werkstück verursacht keinen oder nur einen vernachlässigbaren thermischen Verzug des Werkstücks. Damit werden Nachbearbeitungen wie Richten oder Schleifen überflüssig.

Das stark diversifizierte Produktionsprogramm der BRTEC Bühler AG umfasst unter anderem die Konstruktion und Herstellung von Industriemessern, hochwertigen Industrie-Sägewerkzeugen und Bauteilen für den Maschinenbau. Das Unternehmen hat schon seit Jahren noch mehrere andere Laseranlagen im Einsatz, die vor allem zum Härten von Großserien eingesetzt werden. Insbesondere die kostengünstigen Reparaturschweißungen auf dem Fünf-Achs-Laserbearbeitungszentrum wirken bei vielen Kunden wie eine Art Türöffner, stellt Jan Kopp, CEO des Unternehmens, fest, denn sie werden damit zum ersten Mal auf das umfassende Bearbeitungspotenzial des Lasers aufmerksam.

Gebaut wurde die Anlage von drei Systempartnern: Stiefelmayer-Lasertechnik konzipierte als Generalunternehmer die Gesamtanlage, das Unternehmen Ritzi & Walter Lasertechnik legte den Prozess des Laser-Pulverauftragschweißens aus und von Precitec stammen die Laseroptiken mit integrierten Pulver- und Gasdüsen, Senso-



**Bei Bremscheiben für Rennräder ist es besonders vorteilhaft, dass der lokal sehr begrenzte Wärmeeintrag beim Laserhärten keinen thermischen Verzug verursacht.**

rik und anderen Peripheriemodulen. Jeder der drei Systempartner verfügt über mehr als zehn Jahre Erfahrung und fundiertes Wissen im Bereich Lasertechnik und -bearbeitungsprozesse. Ihre bewährte und eingespielte Zusammenarbeit brachte der BR TEC Bühler AG einen echten Nutzen durch



einen effizienten Projektlauf mit kompetenten Partnern. Das Pulverauftragschweißen mit dem Laser ermöglicht es, in präzisen Geometrien schmale und dünne, fein strukturierte Funktionsschichten aus härteren, zähen oder verschleißfesten Werkstoffen auf kostengünstiges Grundmaterial



**Die hochbeanspruchten Schneiden dieses Hackmessers für die Holzindustrie werden wieder durch neue harte und verschleißfeste Funktionsschichten verstärkt.**

re Schichten erfordern das Stapeln von mehreren Schichten übereinander. Auf diese Weise können zum Beispiel bei Stanz- und Abkantwerkzeugen oder Spritzgussformen millimetergenau dort harte und verschleißfeste Schichten aufgetragen werden, wo die großen Beanspruchungen stattfinden. Auch bei Instandsetzungen teurer Werkzeuge spart es erheblich Kosten, wenn sich die Reparatur auf die beschädigten oder abgenutzten Bereiche beschränkt. Derzeit wird die Anlage zu 70% für Reparaturschweißungen eingesetzt; beispielsweise für die Reparatur von Exzenterwellen. Weitere Beispiele sind Werkzeuge für Blechverformungsmaschinen, Führungsschienen, Wellenauflflächen, Lagersitze oder Abkantwerkzeuge für die Blechverformung.

#### **Laser steigern auch die optische Attraktivität von Bauteilen**

Der Laser bietet auch ein sehr breites Spektrum von Möglichkeiten für die Materialpaarung. In der Praxis handelt es sich beim Grundmaterial meist um kostengünstigen Baustahl. Bei den aufgeschweißten Werkstoffschichten werden in der Regel Härten von 20 bis 65 HRC gewünscht, durch Einschmelzen von Hartstoffen sind jedoch extreme Härten bis zu 2000 HV erreichbar. Es besteht außerdem die Möglichkeit, mit filigranen Schriftzügen, Grafiken oder durch

aufzutragen. Dazu wird im Bearbeitungskopf durch eine Ringdüse Schweißpulver koaxial zum Laserstrahl auf das Werkstück aufgesprüht und mit dem Grundmaterial verschweißt. Transportmedium des Schweißpulvers ist ein Schutzgas, die Ringdüse ermöglicht Richtungsänderungen auf

engstem Raum. Die mit dem Laser aufgetragenen Schichten sind wahlweise 0,1 bis 1,5 mm dick, die Breiten können zwischen 1 und 5 mm eingestellt werden. Um größere Schichtbreiten zu erreichen, werden entsprechend viele Schweißraupen überlappend nebeneinander aufgetragen. Dicke-

nebeneinander angeordnete schmale Laser-Schweißraupen die optische Attraktivität eines Bauteils zu wesentlich zu steigern.

Außer zum Pulverauftragschweißen eignet sich das Bearbeitungszentrum auch zum Härten. Dabei erhitzt der Laserstrahl die zu härtende Zone mit einer Aufheizgeschwindigkeit von mehr als 1000 °C/s bis zur Austenitisierungstemperatur des Stahls. Da der Laserstrahl jedoch mit der Geschwindigkeit von 100 bis über 1000 mm/min über das Werkstück geführt wird, kühlt der umgebende kalte Grundwerkstoff die erwärmte Zone unmittelbar nach dem Durchfahren des Laserstrahls sehr rasch wieder ab. Durch diese Selbstabschreckung bildet sich hartes Martensitgefüge. Auf diese Weise entstehen bis zu 2 mm dicke, sehr harte Oberflächenzonen, wobei die Zähigkeit im Inneren des Bauteils jedoch erhalten bleibt.

Die 4 m lange X-Achse der Anlage besteht aus einem parallelen Längsschienen-



**Auf der fahrbaren Bedienkonsole befinden sich zwei übereinander angeordnete Bildschirme. Der untere dient zur Steuerung der Gesamtanlage, der obere ist der Regelung des Schweißprozesses zugeordnet.**

paar im Abstand von 2 m, das in einer Höhe von etwa 2 m aufgeständert ist. Die 2 m lange Y-Achse wird durch eine beidseits auf diesem Längsschienenpaar gelagerte Brücke gebildet, auf der sich der Werkzeugschlitten bewegt. Der Werkzeugschlitten wiederum ermöglicht dem Bearbeitungskopf einen senkrechten Verlauf von 1 m in Z-Richtung. Zusammen mit den beiden Schwenkachsen am Bearbeitungskopf besitzt die Maschine fünf Achsen. Beide Längsschienen sind auf einer Beschickungsseite um zusätzliche 4 m auf insgesamt 8 m verlängert, so dass der integrierte Brückenkran auf der gesamten Arbeitsfläche zur Beschickung und zum Abtransport von Werkstücken eingesetzt werden kann. Als Laserquelle dient ein neben der Anlage installierter fasergekoppelter 3-kW-Diodenlaser, ausgerüstet mit einem flexiblen Lichtleiterkabel bis zum Bearbeitungskopf. Das Schweißpulver wird dem Bearbeitungskopf durch eine koaxiale Ringspaltdüse zugeführt, damit lässt sich die



Bilder: Precitec

**Jan Koop, Inhaber und CEO der BRTEC Bühler AG: Ganz besonders wichtig ist, dass die Laseranlage sowohl das Härten als auch das Pulverauftragschweißen ermöglicht.**

Arbeitsrichtung beliebig ändern. Außerdem sorgt die koaxiale Ringspaldüse für einen homogenen Pulverfokus von nur 0,7 mm Durchmesser. Wenn erforderlich, lassen sich durch einen Zusatzgasanschluss direkt am Kopf Schutzgase zumischen. Da die für das Schweißen erforderlichen Medien, wie die Wasserkühlung, die Pulverzuführung und die Zuführung des Laserstrahls, innerhalb des Kopfes verlaufen, ist der modular konzipierte Precitec-Bearbeitungskopf YC50 auffallend schlank gebaut. Die Schutzgaskassette, eine Schutzgasüberwachung und die Prozesssensorik mit kontinuierlicher Temperaturmessung sind ebenfalls in den Kopf integriert. Die Temperatur am Arbeitspunkt ist ein entscheidender Faktor bei der Laserbearbeitung. Sie wird von der Steuerung auf Basis der kontinuierlichen Temperaturmessung mit einer Genauigkeit von 20 °C geregelt. Fährt der Laserstrahl über eine dünnere Stelle, in die Nähe einer Kante oder einer Bohrung, so registriert das System sofort eine Temperaturerhöhung und fährt die Laserleistung entsprechend zurück. Nimmt die Dicke des Grundmaterials beim Weiterfahren des Laserstrahls wieder zu beziehungsweise führt die Bahn des Lasers wieder in dickere Materialbereiche, wird die Laserleistung automatisch wieder hochgeregelt. Mit seiner schlanken

Bauform kann der Laserbearbeitungskopf auch kompliziert geformte Werkstücke bearbeiten. Zum Härten und Beschichten sind unterschiedliche Laserbearbeitungsköpfe erforderlich.

Bedient wird die Anlage von einer fahrbaren Bedienkonsole aus, auf der sich eine Tastatur und zwei übereinander angeordnete Bildschirme befinden. Der untere dient zur Steuerung der Gesamtanlage, während der obere speziell der Regelung des Schweißprozesses zugeordnet ist. Auf ihm sind während des Prozesses die Laserleistungskurve und die Temperaturregelkurve ersichtlich. Die vom Bearbeitungskopf abzufahrenden Bahnen können sowohl durch Teachen mit Hilfe einer Beobachtungskamera als auch durch Eingabe am Bildschirm programmiert werden. Bei dem derzeit aktuellen Teilespektrum mit kleinen Stückzahlen erwies sich das Teachen als schnellste Variante. Dabei fährt der Maschinenbediener die Anlage mit der Steuerkonsole in die gewünschten Positionen, die Steuerung speichert alle auf diesem Weg durchfahrenen Koordinaten und optimiert anschließend den Bewegungsablauf. In Verbindung mit dem Laser Welding Monitor LWM steht ein System zur Prozessüberwachung und -dokumentation zur Verfügung. Alle relevanten Prozessdaten werden von der Steuerung laufend dokumentiert. Damit ist der gesamte Vorgang der Laserbearbeitung sicher reproduzierbar, die Daten bilden aber auch die Grundlage für eine verlässlichen Qualitätskontrolle.

### Mit der Laseranlage Härten und Auftragsschweißen

Jan Koop, Inhaber und CEO der BRTEC Bühler AG, bringt die technischen und wirtschaftlichen Vorteile der Anlage mit einigen herausragenden Stärken auf den Punkt: Ganz besonders wichtig für ihn ist, dass die Laseranlage sowohl das Härten als auch das Pulverauftragschweißen ermöglicht. Aufgrund ihrer Flexibilität arbeitet sie auch bei kleinen Stückzahlen oder Einzelstücken wirtschaftlich. Beim Härten besteht außerdem die Möglichkeit, den Strahlquerschnitt zu verändern und damit Bahnen unterschiedlicher Breite zu härten. Ein weiterer Vorteil ist die großzügige Fünf-Achsgometrie der Anlage. Durch ihre Flexibilität besteht die Möglichkeit, auch sehr innovative und ausgefallene Wünsche des Kunden zu realisieren. Nach Einschätzung von Jan Koop dürften derzeit nicht sehr viele derart universelle Laserbearbeitungsanlagen auf dem Markt zur Verfügung stehen. ©