

Laserzentrum Leoben nimmt neuen 6 kW Scheibenlaser in Betrieb

Mit der im Oktober erfolgten Inbetriebnahme eines Scheibenlasers der Firma Trumpf Laser GmbH am Laserzentrum Leoben der JOANNEUM RESEARCH konnte das Spektrum der zur Verfügung stehenden cw-Laserquellen nun auch bei den Festkörperlasern auf 6 kW erweitert werden. Dem Laserzentrum und seinen Kunden stehen damit modernste Laserquellen für die Entwicklung und Optimierung von Schweißprozessen zur Verfügung. Über einen Feldbus ist der Scheibenlaser mit mehreren Bearbeitungsanlagen verknüpft, so dass Bauteile unterschiedlichster Form und Größe bearbeitet werden können.

Fortschrittliche Strahlquellen

Im Zuge der kontinuierlichen Erweiterung und Weiterentwicklung des Laserzentrums Leoben wurden vom Land Steiermark und dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) Mittel für die Anschaffung einer neuen Laserquelle zur Verfügung gestellt. Angesichts der Entwicklungsfortschritte im Bereich der Festkörperlaser wurde entschieden, die Mittel in einen neuen Festkörperlaser hoher Strahlqualität und einer Ausgangsleistung im Kilowatt-Bereich zu investieren.

Bei den Festkörperlasern neuester Bauart standen zwei unterschiedliche Auslegungen zur Auswahl: Scheibenlaser bei denen das aktive Medium des Lasers in Form dünner Scheiben ausgeführt ist, und Faserlaser bei denen das aktive Medium in Form einer dünnen Doppelkern-Faser ausgeführt ist. Beide Auslegungsvarianten ermöglichen die Beherrschung der sich im aktiven Medium ausbildenden thermischen Linsenwirkung. Dies ermöglicht eine Leistungsskalierung ohne Beeinträchtigung der Strahlqualität. Im Vergleich zu den bisher im Bereich der Makrobearbeitung eingesetzten Festkörperlaser bieten diese Laser nicht nur den Vorteil einer einfachen Strahlführung in Lichtwellenleitern, sondern erlauben aufgrund ihrer guten Strahlqualität auch den Einsatz von Scanneroptiken. Die Verknüpfung von Scanneroptik und Lichtwellenleiter ermöglicht ein „welding-on-the-fly“. Hierbei wird die Scannereinheit von einem Manipulator grob über das Werkstück geführt, während die exakte Positionierung des Strahls an den einzelnen Schweißstellen durch die Scannereinheit erfolgt.

Der Einsatz von Dioden als Pumpquellen in diesen Lasern trägt darüber hinaus dazu bei, den Gesamtwirkungsgrad der Laserquellen deutlich zu verbessern und den Wartungsaufwand zu reduzieren. Im Falle des Faserlasers werden die Pumpquellen fix mit der Faser verspliced, so dass ein monolithisches Gesamtsystem entsteht.

Betrachtet man ausschließlich Strahlqualität und Ausgangsleistung, so liefern die derzeit verfügbaren Faserlaser die besseren physikalischen Kennwerte. Die Faserlaser des Herstellers IPG lassen sich modular konfigurieren und ermöglichen so bei Bedarf Ausgangsleistungen von über 10 kW ohne nennenswerte Einbußen in der Strahlqualität.

Zusätzlich zur verfügbaren Ausgangsleistung und Strahlqualität werden vom Laserzentrum Leoben als angewandtes Entwicklungszentrum eine Reihe weiterer Anforderungen an eine Laserquelle gestellt.

Hierzu gehören die Bedienbarkeit und Funktionalität des Gesamtsystems bestehend aus Laserquelle, Leistungsversorgung, Kühlung, Strahlweichen, Strahlführung,

Steuerung und Schnittstellen sowie Fragen der Wartung und Instandhaltung. Diesen Forderungen liegt die Erfahrung zu Grunde, dass einerseits die meisten Ausfälle auf Fehler der Peripheriesysteme zurückzuführen sind und andererseits mechanische Systeme – wie zum Beispiel die Kühlung oder Strahlweichen – in aller Regel mehr Wartung erfordern als elektronische oder entsprechend geschützte optische Systeme. Diese Forderungen trugen mit dazu bei, dass die Entscheidung letztlich zugunsten eines Scheibenlasers der Firma Trumpf Laser ausfiel.

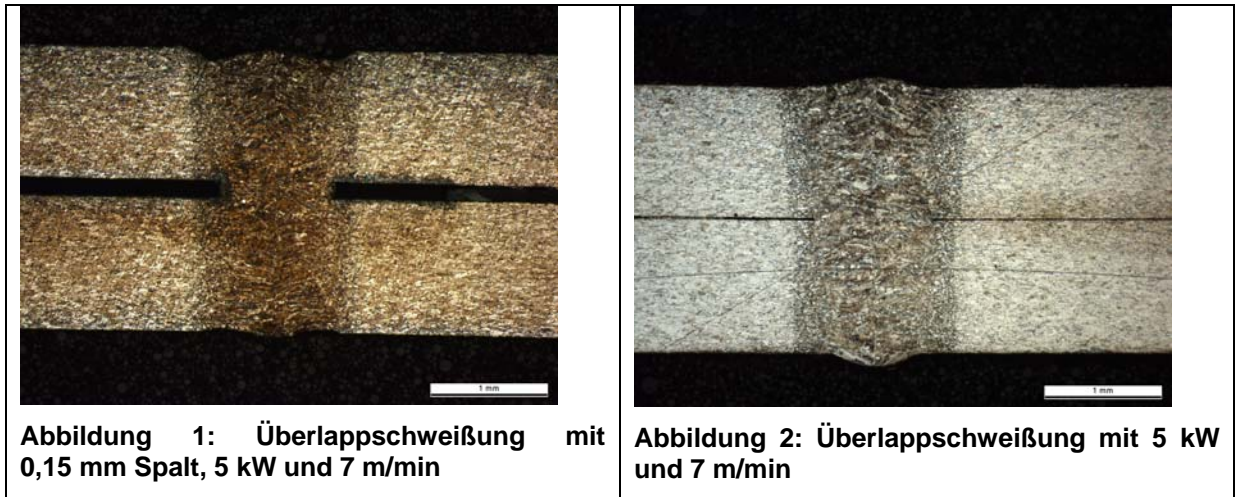
Die Laserquelle vom Typ TruDisk 6002 verfügt über bis zu sechs Abgänge für Lichtwellenleiter. Die zugehörigen Strahlweichen sind vollständig in das Lasergerät integriert. Die Lasersteuerung beherrscht dabei gleichzeitige Zugriffe unterschiedlicher Bearbeitungsanlagen auf den Laser und teilt den Strahl in der Reihenfolge der externen Anforderungen den Ausgängen zu. Das Gesamtsystem verfügt darüber hinaus über umfangreiche Sensorik, welche nicht nur den eigentlichen Laser sondern alle peripheren Geräte bis hin zum Schutzglas überwacht. Selbst die Ansteuerung einer Scanneroptik erfolgt durch den Rechner des Lasers, so dass es nur eine einheitliche Schnittstelle zwischen Laser und externer NC-Steuerung gibt, die im Zuständigkeitsbereich des Betreibers liegt. Die umfangreiche Bediensoftware erlaubt nicht nur die einfache Erstellung von Laserprogrammen, sie bietet auch umfangreiche Diagnosemöglichkeiten, die vom Zustand des Lasers bis zu Protokollierung von Schaltsignalen reicht.

Schweißen mit einem halben Meter Brennweite

Eine Möglichkeit zur Nutzung der verfügbaren Strahlqualität besteht in der Verwendung von Fokussieroptiken mit langen Brennweiten. In Verbindung mit der am Scheibenlaser eingesetzten Bearbeitungsfasern mit 200µm Kerndurchmesser und einer Kollimationsbrennweite von 200 mm resultiert aus einer Brennweite von 560 mm ein Fokusedurchmesser von etwa 1 mm. Der Fokusedurchmesser entspricht damit dem für das Blechschweißen erprobten Wert und gewährleistet die geforderten Verbindungsquerschnitte der Schweißnähte.

Im Vergleich zu bisher üblichen Brennweiten die zwischen 100 und 200 mm lagen, ermöglicht die große Brennweite von 560 mm einen optimalen Schutz der Optik vor Schweißspritzern. In ersten Versuchen konnten selbst nach längerem Einsatz keinerlei Spritzer auf dem Schutzglas festgestellt werden. Zusätzlich verbessert sich die Zugänglichkeit. Dies ist in Verbindung mit aufwendigen Spannvorrichtungen – wie sie beim Blechschweißen oft erforderlich sind – vorteilhaft. Kollisionen zwischen dem Crossjet und Spannhebeln dürften der Vergangenheit angehören.

Erste Versuchsschweißungen an überlappenden, 1 mm starken Blechen zeigten bei 5 kW Laserleistung eine Durchschweißung bis zu Vorschüben von 7 m/min (Abbildung 2). Im Querschnitt zeigen die Schweißnähte eine sehr gleichmäßige Nahtbreite von etwa 1 mm. Das Spaltüberbrückungsverhalten bleibt dabei in gewohnter Weise erhalten. Bleche mit 0,15 mm Spalt konnten im Überlapp problemlos mit 7 m/min durchgeschweißt werden (vg. Abbildung 1).



Ein weiterer Vorteil der sich aus der Verwendung langer Brennweiten ergibt, ist die große Tiefenschärfe. Abweichungen aus der optimalen Fokallage zeigen nur wenig Einfluss auf den Prozess. Wie aus Abbildung 3 zu ersehen, wirkt sich eine Defokussierung von $z_L=3$ mm aus dem Fokus praktisch nicht auf die resultierenden Einschweißtiefen aus.

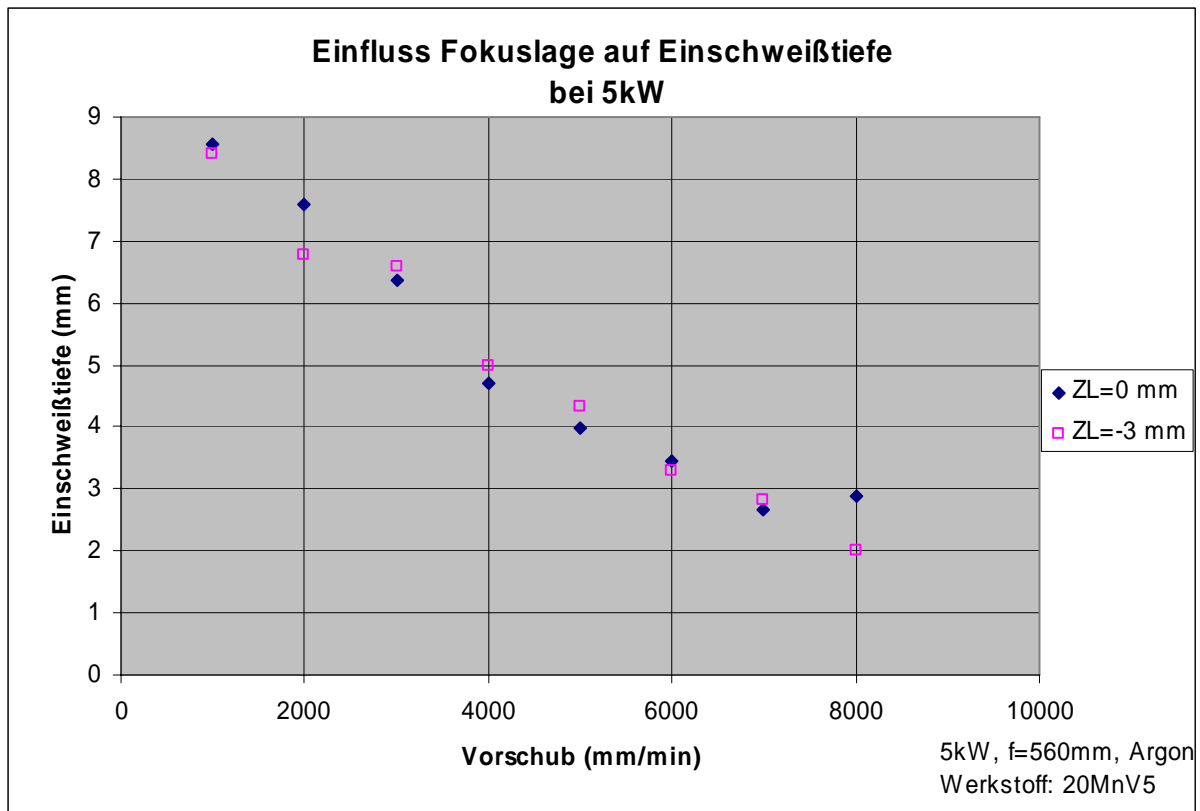


Abbildung 3: Einfluss einer Defokussierung auf die Einschweißtiefe

Die große Tiefenschärfe bedeutet eine zusätzliche Prozesssicherheit, so dass sich Effekte wie eine durch Erwärmung der Optik bedingte Fokus-Shift nicht mehr auf den Prozess auswirken.

Anhand von Querschliffen an Blindschweißungen im Vollmaterial (vgl. Abbildung 4) ist die schlanke und vor allen Dingen sehr geradlinige Form der Schweißungen zu ersehen. Hier bildet sich praktisch die Strahlkaustik im Werkstoff ab. Einschnürungen

der Naht im Querschnitt oder die sonst bei Nd:YAG-Schweißungen übliche breite Schmelzlinse an der Oberfläche sind hier nicht zu erkennen.



Abbildung 4: Blindschweißung mit 5kW und 2m/min

Ausblicke

Durch die Kombination einer Strahlführung in Lichtwellenleitern und den Einsatz langer Brennweiten sind moderne Festkörperlaser prädestiniert für Schweißanwendungen auf Robotern. Am Laserzentrum Leoben sind hierzu eine Reihe weiterführender Projekte geplant. Dabei wird die neue Strahlquelle für die Optimierung existierender Prozesse ebenso eingesetzt werden, wie für die Erarbeitung neuer Prozesse. Ermöglicht durch die günstige Wellenlänge der Festkörperlaser werden auch Anwendungen z.B. an Aluminiumwerkstoffen ins Auge gefasst. Hier konnten in ersten Versuchen bereits Einschweißtiefen von bis zu 7 mm erreicht werden, so dass sich für viele Kunden des Laserzentrums Leoben interessante Möglichkeiten der Anwendung ergeben.