

## OFFLINE-PROGRAMMIERUNG FÜR DAS LASERAUFTRAGSSCHWEISSEN VON WERKZEUGEN

Für das Laserauftragsschweißen hat die CENIT AG eine bahnbrechende Offline-Programmierlösung mit einem sehr hohen Automatisierungsgrad entwickelt. Als Basis dient dabei das bewährte Programmiersystem FASTTRIM aus der FASTSUITE von CENIT.

Wenn ein Werkzeug lokale Verschleißbereiche aufweist, muss es nicht immer gleich ausrangiert werden. Mittels des Laserauftragsschweißens können beispielsweise verschleißbedingt ausgebrochene Kavitäten schichtweise wieder aufgebaut und anschließend gefräst werden. Das Auftragsschweißen hilft aber nicht nur beim Beheben von Verschleiß- und Bearbeitungsfehlern, sondern auch beim gezielten Aufbringen von Verschleiß- und Korrosionsschichten sowie zum effizienten Reagieren auf Form- oder Umrissänderungen.

Beim Laserauftragsschweißen wird der Zusatzwerkstoff in der Regel als Pulver über eine Zuführeinrichtung aufgetragen. Auf der Werkstückoberfläche treffen der Zusatzwerkstoff, der Grundwerkstoff sowie die Laserstrahlung aufeinander. Der Laserstrahl schmilzt Grund- und Zusatzwerkstoff auf. Durch die bewegte Bearbeitungseinheit aus Laserstrahl und Zuführeinrichtung wird eine

raupenförmige Auftragsschicht erzeugt. Dabei entsteht am Übergang des Zusatzwerkstoffes zum Grundwerkstoff eine Diffusionszone, welche für eine dauerhafte und feste Anbindung der Schicht sorgt. Durch entsprechende Auftragsstrategien können so in lokal abgegrenzten Bereichen ein- oder mehrschichtige Auftragungen erfolgen.

Gemäß dem Stand der Technik werden beim Auftragsschweißen die besten

Ist-Zustand ergibt sich im Allgemeinen aus Scandaten, der Soll-Zustand aus einem 3D CAD-Modell. Hierbei bestimmt die Soll-Kontur die Grenze, bis zu der aufgetragen wird. Ein zusätzliches Aufmaß ermöglicht eine spätere, spanende Nachbearbeitung. Der Abstand zwischen Laserkopf und Oberfläche ist ebenfalls einstellbar.

Im Projekt für den Werkzeugbau im BMW Werk Dingolfing wurde die Technologie mit einem 6-Achs-Portal mit drei

**“CENIT hat uns mit der FASTTRIM basierten Lösung das Laserauftragsschweißen erst ermöglicht. Ohne das System wäre der Prozess nicht effizient realisierbar gewesen.”**

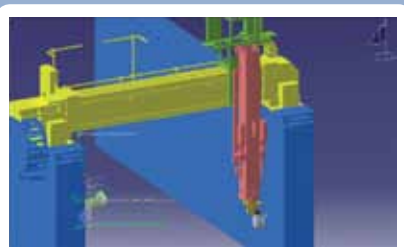
**Herr Ambros  
Leiter Mechanische Fertigung**

Ergebnisse mit einem Aufteilen der Fläche in Teilbereiche, sog. Auftragszellen, erzielt. In diesen Zelle wird in unterschiedlichen Richtungen aufgetragen, um ein Abkühlen des Schweißgutes zu minimieren. Die nachfolgenden Schweißbahnen müssen unter einem einstellbaren Winkel (0° oder 90°) zur darunterliegenden Ebene ausgerichtet sein. Bei kleinen Schweißbereichen genügt ein kurvenparalleles Auftragen.

Die Bestimmung der Auftragshöhe erfolgt durch die Differenzbildung aus Ist-Zustand mit dem Soll-Zustand. Für beide Zustände liegen Geometriedaten vor. Der

Rotationsachsen im Bearbeitungskopf umgesetzt. Die Orientierung der Zuführeinheit wird über die 6. Achse kontrolliert. Eine Besonderheit dieser Kinematik besteht darin, dass zwei Achsen exzentrisch gelagert sind. Das 6-Achsportal ist dabei mit einer angepassten Siemens 840D Steuerung ausgestattet.

Alle technologischen Vorteile sprechen ganz klar für das Laserauftragsschweißen. Für den Durchbruch bzw. die Akzeptanz dieser Technologie hat bisher nur das Offline-Programmiersystem gefehlt. Das additive Aufbringen von Schichten auf



# Offline-Programmierung für das Laserauftragsschweißen von Werkzeugen

3D-Oberflächen unterscheidet sich gänzlich von der subtraktiven Volumenbearbeitung, wie man sie vom Fräsen kennt und ist sehr viel komplexer. Neue Vorgehensweisen und Algorithmen mussten entwickelt werden, wie z.B. für die Beherrschung der Offsetberechnung und der darauf beruhenden Zellen. Eine nur manuell orientierte Vorgehensweise für die Erstellung der Bearbeitungsbahnen ist eigentlich nur noch für einfache Auftragsarbeiten wirtschaftlich vertretbar. Bei komplexen Aufgabenstellungen erhöht sich der Programmieraufwand ansonsten sehr schnell.

Eine vollautomatische Offline-Programmierslösung für das Laserauftragsschweißen stand zum damaligen Zeitpunkt nicht zur Verfügung. Die bereits vorhandene, äußerst leistungsfähige Lösung FASTTRIM und das damit verbundene Know-how im Bereich CAA- und 6-Achs-Programmierung sowie Entwicklung von anspruchsvoller Software überzeugte, die CENIT AG mit der Entwicklung eines solchen Systems zu beauftragen. Für das Auftragsschweißen bei Formwerkzeugen mittels Laserstrahl sollte für BMW eine Erweiterung für FASTTRIM entwickelt werden. Bereits mit diesem System kann auf V5 basierten Bauteilgeometrien äußerst komfortabel und schnell auf Flächen, Kurven und Punkten gearbeitet werden. Die virtuelle Maschinenintegration sollte den Anwendern erlauben, das Laserauftragsschweißen optimal einzusetzen. Durch spezifische Softwareerweiterungen, wie beispielsweise die automatische Generierung von Werkzeugbahnen auf automatisch erstellten Offsetflächen, sollte das Programmieren von Schichtaufträgen deutlich beschleunigt werden. Mit einem Prozess-Implementierungs-Kit (PIK) wird

die Maschine in das FASTTRIM System integriert. Der PIK umfasst dabei ein kinematisiertes Maschinenmodell, den Postprozessor und Controller Emulator sowie prozessspezifische Anpassungen des Benutzerinterfaces. Für eine optimale technologische Umsetzung wurde eine Visual Basic Anbindung an eine Microsoft Access Prozessdatenbank implementiert.

Die Konturselektion wurde um eine spezielle Feature-Technologie erweitert. Ausgehend von geometrischen und technologischen Vorgaben werden die Werkzeugbahnen für das Laserauftragsschweißen erzeugt. Die Feature-basierte Konturprogrammierung wird als neuer Konturtyp in FASTTRIM integriert.

Die Programmierung beginnt, nachdem die Ist- und Soll-Geometrien im System vorliegen. Die Vorgehensweise lehnt sich sehr stark an die bewährte FASTTRIM Vorgehensweise an, d.h. statt der Kontursuche wird als neuer Typ Konturen für das Laserauftragsschweißen selektiert. In diesem Selektionsmodus wird zunächst die Auftragsaufgabe näher spezifiziert, d.h. Soll- und Ist-Flächen, Begrenzungskurven, Leitkurven zum Aufspannen der Auftragszellen innerhalb einer Schicht sowie ggf. Löcher und Inseln werden zugeordnet.

Nach der geometrischen Objektzuordnung werden die Auftragsweißparameter definiert. Zu den technologischen Vorgaben gehören z.B. die Auftragshöhe, Schichtdicke, Schweißzugabe zur Soll-Geometrie oder Aufmaß zur Ist-Geometrie. Zudem kann die Bearbeitungsstrategie für die Bearbeitung innerhalb einer Auftragszelle, innerhalb einer Schicht und die darauf folgenden Schichten ausgewählt werden.

So kann beispielsweise die Bearbeitung innerhalb der Zelle mit „Zick-Zack“, die Bearbeitungsrichtung benachbarter Zellen mit 90° verdreht und die Richtung für benachbarte Offsetflächen ebenfalls um 90° verdreht angegeben werden.

Im Anschluss an diese Definitionen werden die Werkzeugbahnen schichtweise erstellt. Automatisch entstehen Hilfslinien und die ersten Auftragszellen einer Schicht bauen sich auf. Wird mehrlagig aufgetragen, entstehen automatisch Offsetflächen als Grundlage für den nächsten Schichtauftrag. Der Anwender muss sich also nicht um die aufwendige Offsetflächenerstellung kümmern. Für jede Schicht werden Konturen erzeugt, aus denen Bahnen mit entsprechenden technologischen Events sowie An- und Abfahrtswege angelegt werden. Die Bahnerzeugung stoppt selbständig, wenn gemäß den Vorgaben keine weitere Schicht erzeugt werden muss, d.h. der Auftrag entspricht der Soll-Geometrie. Die einzelnen Konturen, stehen anschließend – wie FASTTRIM Anwender das gewohnt sind – in einer Liste zur Weiterverarbeitung zur Verfügung.

Die vollautomatisch angelegten Operationen sind selbstverständlich ebenso komfortabel editierbar wie in der Standardsoftware. Die Geometrie kann gelöscht und verändert werden. Start- und Endpunkte sind auf der Bahn frei wählbar und können hinsichtlich An- und Abfahrtbewegung frei gestaltet werden. Events zur zusätzlichen Steuerung der NC-Ausgabe können jederzeit entlang der Bahn eingebracht werden.

Nach der Maschinensimulation des Auftragsweißens und eingehenden Kollisionsüberprüfungen, kann das fertige NC-Programm ausgegeben und auf die Anlage überspielt werden.

## KONTAKT

CENIT AG  
Industriestraße 52-54  
70565 Stuttgart  
Tel.: +49 711 7825-30  
Fax: +49 711 7825-4000  
E-Mail: [info@cenit.de](mailto:info@cenit.de)  
Web: [www.cenit.de/plm](http://www.cenit.de/plm)

