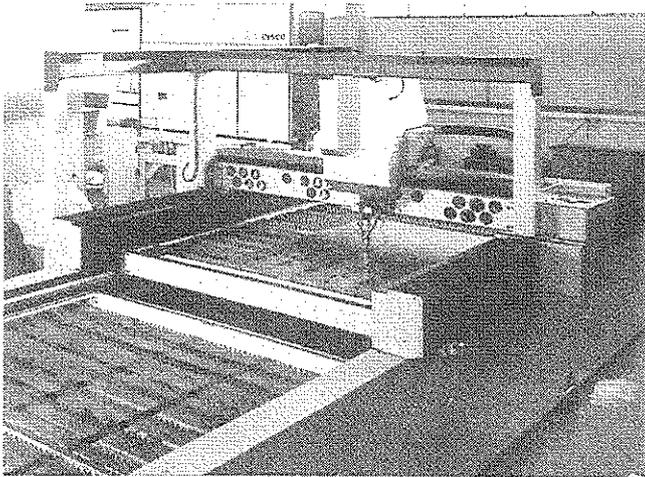


■ Autor: Dietmar Pütz

# „Intelligente“ Lasermaterialbearbeitung



**Die Bedienung von Laserschneidanlagen setzt heute immer noch ein umfangreiches Fachwissen des Bedienungspersonals voraus. Um die Lasermaterialbearbeitung auch für mittelständische Betriebe interessant zu machen, muß die einfache Bedienung der Anlage bei kurzer Einarbeitung des Bedienungspersonals Ziel der Laser- und Systemhersteller sein. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist, daß die CNC-Steuerung in Verbindung mit dem Laser einen großen Teil des Expertenwissens in Form von einfachen Bearbeitungsfunktionen bereitstellt.**

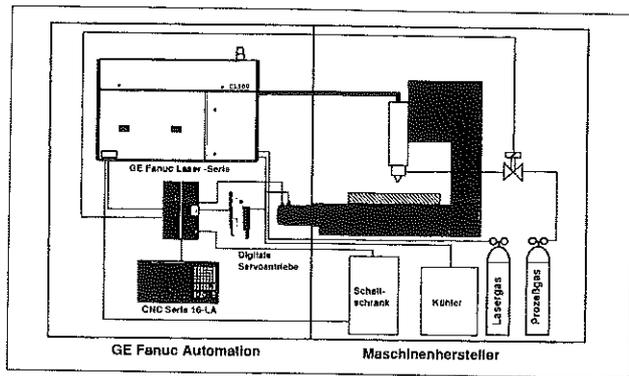
**D**a der Laser in der Regel in eine Laserschneid- oder schweißanlage integriert wird, ist zum Aufbau einer solchen Anlage neben dem Laseroszillator als Strahlquelle, eine CNC-Steuerung mit entsprechenden Servomotoren zur Steuerung der Maschine notwendig. Als führender Hersteller von CNC-Steue-

rungen und Servomotoren, ergibt sich bei GE Fanuc das Paketkonzept, bei dem Laser, CNC und Servoantriebe aus einer Hand kommen und aufeinander abgestimmt sind. Der Laseroszillator besitzt selbst keine eigene „Intelligenz“. Die notwendigen Regel- und Überwachungsalgorithmen des Lasers, sind in die schon vorhande „Intelli-

genz“ der CNC verlagert und auf der Softwareebene interaktiv in die CNC-Maschinenfunktionen eingebunden.

Das serielle Interface des Lasers ist über einen Lichtleiter mit der CNC-Steuerung der Serie 16-LA verbunden und nutzt das FANUC Bussystem I/O-Link. Dies ist ein schneller, serieller Datenbus auf der E/A-Ebene. Die technologischen Vorteile dieser integrierten Paketlösung:

- Jeder GE Fanuc CO<sub>2</sub>- oder Nd: YAG Laseroszillator kann über einen Satz digitaler Parameter individuell und einfach, ohne Hardwareanpassungen in der CNC initialisiert werden.
- Einzelne Funktionen können durch Setzen eines Bitmusters zu Servicezwecken an- oder abgewählt werden. Zum Beispiel An-/Abwahl einzelner Entladungsstrecken.
- Weiterentwicklungen und Verbesserungen lassen sich oftmals ohne Hardwareänderung einfach durch ein Software-Update nachrüsten oder ergänzen. Dadurch wird ein hohes Maß an Kompatibilität mit älteren Systemen erreicht.
- Kontrolle und Regelung der Laserparameter auf der CNC-Softwareebene in nahezu „Echzeitbetrieb“, perfekt synchronisiert mit den CNC-Verfahr- und Interpolationsbefehlen.
- Direktes Setzen der Laserparameter wie Leistung, Pulsfrequenz und Tastverhältnis aus dem CNC-Teilprogramm.
- Einfache Anwahl von laserspezifischen Menues auf dem Bildschirm der CNC zur manuellen Eingabe und Anzeige von Laserparametern.
- Ein spezielles Diagnosefenster dient zur Überwachung des Laserbetriebes.
- Es entfällt die aufwendige Anpassung der Lasersteuerung an die CNC.



GE Fanuc Laser-CNC-Servo, bekannt als „Paketlösung“. Abbildungen: GE Fanuc

● Der Service für CNC-Steuerung, Servomotore und Laseroszillator erfolgt aus einer Hand.

Für den Maschinenhersteller bedeutet dies ein geringeres Maß an Eigenentwicklung bei der Integration der CNC und des Lasers in seine Maschine. Die Kosten für die Entwicklung von Laserschneid- bzw. schweißanlagen sowie Folgekosten für Garantie- und Serviceleistungen werden reduziert. Der Anwender hat den Vorteil der einfacheren Bedienung, wodurch die Einarbeitungszeit erheblich verkürzt wird.

Neben der Achsensteuerung sowie der Regelung und Überwachung des Laserbetriebes, stellt die CNC 16-LA zusätzliche, prozeßspezifische Funktionen zur Verfügung. Diese Funktionen wurden zum Teil aus der Anwenderpraxis kommend in das „Paket“ hinein entwickelt, um die Bedienung und Handhabung von Laserschneid- anlagen einfacher zu gestalten:

## Prozeßgassteuerung

Direkte Prozeßgaswahl und Druckregelung mit der Möglichkeit Vor- und Nachspülzeiten mit dem Strahl-Ein/Aus Befehl zu synchronisieren. Die Prozeßgasparameter werden mit dem Teileprogramm abgespeichert, wodurch im Wiederho-

lungsfall reproduzierbare Ergebnisse gewährleistet werden.

## Abstandssensorik

Eine Abstandssensorik kann direkt an einen Analogeingang der CNC angeschlossen werden. Die Anpassung der Sensorcharakteristik erfolgt in der CNC per digitaler Parameter. Im Teileprogramm wird dann die programmierbare CNC Z-Achse per G-code in den Abtastmodus umgeschaltet. Dabei wird der Abstand Düse-Werkstück als Parameter programmiert.

Dies ist zum Beispiel beim Schneiden von dickeren Edelstählen oder Aluminium notwendig, die mit größerem Abstand, unter Verwendung von Sauerstoff, eingestochen und dann mit geringerem Abstand mit Stickstoff geschnitten werden. Auch hier wird für den Wiederholungsfall der richtige Abstand zwischen Düse und Werkstück gleich mit dem Teileprogramm abgespeichert.

Ein besonderes Merkmal dieser Funktion ist, daß Achse und Richtung in der die Abtastfunktion aktiv sein soll, in der CNC umgeschaltet werden können. Somit ist die Abtastfunktion nicht auf die Z-Achse beschränkt. Bei 3D-Maschinen wirkt die Abtastfunktion in Strahlrichtung auf eine 6. Linearachse am Schneidkopf.

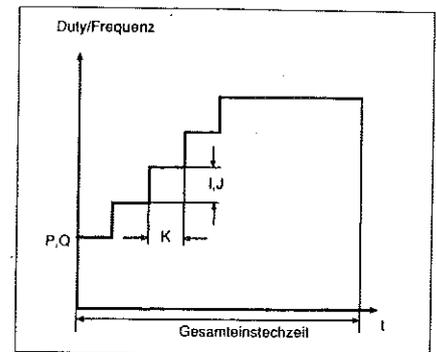
## Einstechfunktion

Das Einstechen ist bei dickerem Material besonders zeitkritisch. Um eine möglichst kurze Einstechzeit zu erreichen, ist eine genaue Regelung der Laser- und Prozeßgasparameter erforderlich. Die Parameter werden während des Einstechvorgangs variiert, um optimale Einstech-Ergebnisse zu erzielen.

Die CNC bietet dazu eine Einstechfunktion, die wahlweise das normale Einstechen, sowie auch das „Hochgeschwindigkeitseinstechen“ erlaubt. Die Einstechparameter werden ebenfalls mit dem CNC-Teileprogramm abgespeichert und brauchen im Wiederholungsfall nicht neu ermittelt zu werden.

## Eckenbearbeitung

Ein Problem beim Laserschneiden scharfkantiger Konturen in dickerem Bauteil, ist das Verbrennen der Ecken. Der Grund ist, daß beim Richtungswechsel, durch den Nachlauf im unteren Bereich der Schnittfläche, ein kleiner Steg nicht vollständig durchtrennt wird. Beim Anschnitt in der nachfolgenden Richtung muß sich der Strahl sozusagen erst „freibrennen“



Einstechfunktion: Wahlweise „normal“ oder „high-speed“.

bevor der normale Schneidprozeß fortgesetzt werden kann.

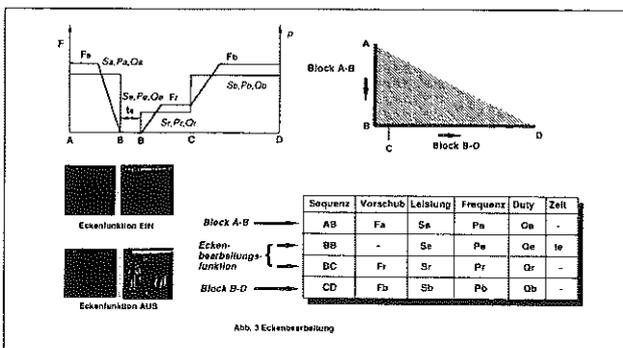
Die CNC 16-LA stellt eine sogenannte „Eckenbearbeitungsfunktion“ zur Verfügung, die die Prozeßparameter in der Weise beeinflußt, daß eine saubere, scharfkantige Ecke entsteht. Die Funktion wird unterhalb eines kritischen Winkels automatisch aktiviert.

Hilfreich ist diese Funktion auch beim oxydfreien Schneiden von dickeren Edelstählen und Aluminium. Der Schneidprozeß ist an den Konturrecken besonders kritisch und neigt

die Restart-Funktion das Programm ab einem zu definierenden Satz wieder aufgenommen werden. Die CNC prüft den Status der M-Funktionen sowie des Prozeßgases und des Lasers. Wenn vor der Programmunterbrechung der Strahl und das Prozeßgas eingeschaltet waren, wird bei Wiederaufnahme des Programms zunächst das Prozeßgas eingeschaltet, dann der Shutter geöffnet und danach der Strahl eingeschaltet, bevor die nachfolgenden Sätze abgearbeitet werden.

satz auch editiert werden, während das Teileprogramm abgearbeitet wird. Die Änderungen werden dann sofort aktiv.

Sämtliche Daten sind als Makrovariablen angelegt und können in Makroprogramme eingebunden und über die RS-232 Schnittstelle aus- und eingelesen werden. So könnten z. B. auch Technologiedaten aus der übergeordneten Datenbank eines CAD/CAM Systems in die Prozeßdatenbibliothek geladen werden.



Die CNC stellt eine sogenannte Eckenbearbeitungsfunktion zur Verfügung.

dazu unterbrochen zu werden, wodurch das Werkstück zum Ausschuß wird. Durch die Anwendung dieser Eckenbearbeitungsfunktion wird der Schneidprozeß sicherer und der Ausschuß minimiert.

## Anschnittfunktion

Wird bei dickerem Edelstahl oder Aluminium mit Sauerstoff eingestochen, ist es sehr schwierig den Schneidvorgang mit Inertgas aus dem Einstichloch heraus zu beginnen. Die Anschnittfunktion variiert die Laserparameter automatisch, sodaß ein sicherer Übergang vom Einstich- in den Schneidprozeß erfolgen kann.

Werden umfangreiche Programme beim Ablauf unterbrochen, kann über

## Prozeßdatenbibliothek

Die optimale Verwendung der o. g. Funktionen wird durch eine Prozeßdatenbibliothek noch einfacher. Die materialspezifischen Parameter zur Verwendung der Funktionen werden einmal optimiert und dann als Datensätze in einer Prozeßdatenbibliothek abgelegt. Die Datensätze sind über Bildschirmmenues in drei Ebenen aufgeteilt:

- Ebene 1: Schneiddaten
- Ebene 2: Einstechdaten
- Ebene 3: Eckenbearbeitungsdaten

Pro Ebene können bis zu 10 Datensätze gespeichert werden. Die Datensätze werden über ihre Nummer vom Teileprogramm aufgerufen und aktiviert. Dabei kann z. B. der Daten-

## Strahlweglängenkompensation

Bei Laserschneidanlagen mit sogenannter „fliegender Optik“ ändert sich beim Verfahren des Schneidkopfes wegen der Divergenz des Laserstrahls, der Strahldurchmesser am Ort der Schneidlinse. Dies führt zu Variation der Fokusslage und damit zu nicht konstanten Schneidbedingungen. Um diesen für das Schneidergebnis negativen Effekt zu verhindern, wird in den Strahlengang eine Kompensationseinheit eingebaut, die den Strahlweglängenunterschied zwischen minimalem und maximalem Strahlweg der Maschine ausgleicht.

Eine zusätzliche CNC-Achse bewegt zwei auf einen Translationstisch montierte Umlenkspiegel mit der halben Geschwindigkeit des Maschinenvorschubes. Der Algorithmus zur Steuerung dieser zusätzlichen CNC-Achse, ist als Strahlweglängenkompensationsfunktion enthalten. Durch den Macro-Executer oder das MMC (Man Machine Control)-Interface, öffnet sich die Steuerung und erlaubt dem Maschinenhersteller seine eigene, individuell angepaßte Bedieneroberfläche zu schaffen. ●