

Steuerung gleicht Technikenachteile von Trennverfahren aus

Bei den unterschiedlichen Trennverfahren sind aufgrund der unterschiedlichen Technik Anpassungen an der CNC vorzunehmen. Ganz im Sinne einer mechatronischen Lösung werden dabei die unerwünschten (negativen) Eigenschaften des Prozesses durch eine intelligente Steuerung ausgeglichen.

MARCO MÜNCHHOF

Bei Trennverfahren wie dem Plasmaschneiden, Autogenschneiden, Laserschneiden oder dem Wasserstrahlschneiden sind technisch bedingt häufig individuelle Anpassungen der CNC notwen-

dig. Dies liegt zum einen an den physikalischen Besonderheiten der Trennverfahren, wie dem räumlich stark ausgedehnten Werkzeug, also beispielsweise der Flamme beim Brennschneiden oder dem Plasma beim

Plasmaschneiden. Zum anderen liegt dies an dem Wunsch, auch mit diesen Techniken möglichst formgenaue Bauteile mit guter Oberflächengüte der Schnittflächen zu fertigen.

Einige dieser steuerungstechnischen Anpassungen werden im folgenden Beispiel beschrieben. Als technischer Prozess wird dabei das Plasmaschneiden herangezogen – ein thermisches Schmelzschneidverfahren. Die meisten Aspekte sind aber in dieser oder ähnlicher Form auf andere Trennverfahren übertragbar. Ganz im Sinne einer mechatronischen Lösung werden dabei die unerwünschten (negativen) Eigenschaften des Prozesses durch eine intelligente Steuerung ausgeglichen.

Plasmaschneiden mit eingeschnürtem Lichtbogen

Das Plasmaschneiden nutzt ein dissoziiertes, ionisiertes und somit elektrisch leitendes Gas (Plasma) zum thermischen Trennen von Metallen. Das natürliche Vorbild für dieses technische Verfahren ist der Blitz, bei dem die Gasmoleküle der Luft durch eine elektrostatische Entladung ionisiert werden und den Isolator Luft kurzzeitig in einen elektrischen Leiter verwandeln. Bei den extremen Temperaturen im Plasmastrahl und der freigesetzten Rekombinationswärme schmilzt jedes Metall augenblicklich. Abhängig vom Gas und der Energiezufuhr werden beim Plasmaschneiden Temperaturen von 20.000 K und mehr erreicht.

Zusammen mit einem weiteren physikalisch-technischen Effekt wird aus dem Plas-

Dr.-Ing. Marco Münchhof ist Leiter der Systementwicklung bei der Eckelmann AG in 65205 Wiesbaden, Tel. (06 11) 71 03-0, info@eckelmann.de



Plasmapbrenner mit Fasenaggregat.

Bild: Lind

ma ein perfektes Schneidwerkzeug. Die Temperatur des Plasmagases erhöht sich bei der Erzeugung des Plasmas sehr stark; es kommt daher zu einer schlagartigen Expansion des Gases. Das Plasmagas wird extrem beschleunigt und treibt die Schmelze aus der Schnittfuge. Die besondere Verbindung von hoher thermischer und kinetischer Energie ist eine wesentliche Voraussetzung für das Plasmaschneiden. Verglichen mit anderen thermischen Trennverfahren können wegen der hohen Energiedichte höhere Schnittgeschwindigkeiten erzielt werden. Die in vielen Anwendungsfällen vergleichsweise schmale Wärmeeinflusszone und hohen Schnittgeschwindigkeiten bedingen außerdem einen geringen Werkstückverzug.

Zur Erzeugung des Plasmas muss der Brenner zum ersten mit dem zu ionisierenden Gas versorgt werden (je nach Anforderungen an die Präzision, das verwendete Material und die gewünschte Nachbearbeitung, also Schweißen, Beschichten, Druckluft oder bestimmte technische Gase) sowie meist noch mit einem Wirbelgas, das den Plasmastrahl umschließt. Zum zweiten muss die notwendige elektrische Energie (mit

Stromstärken von mehreren Hundert Ampere) zugeführt werden. Die elektrische Energie wird benötigt, um das Gas zu ionisieren und den Lichtbogen zwischen dem Brenner und dem zu bearbeitenden Material zu erzeugen. Zum dritten muss der Schneidkopf mit Wasser gekühlt werden. Ansonsten würde er den hohen Temperaturen nicht standhalten. Alle diese Medien und die elektrische Versorgung müssen durch einen entsprechend dicken Schlauch zum Schneidkopf geführt und im Falle des Kühlwassers auch wieder von dort abgeführt werden. Dieser dicke und entsprechend unflexible Schlauch beeinflusst die Auslegung der Kinematik meist erheblich.

Oft sind Kinematiken mit besonderen Anforderungen notwendig

Dies alles führt dazu, dass häufig besondere Kinematiken (Bild 1) erforderlich sind, die stark von den klassischen Kinematiken (zum Beispiel bei CNC-Fräsmaschinen) abweichen. Anders als zum Beispiel beim Fräsen, wo sich die Werkzeugspitze direkt an der Schnittfläche befindet, muss beim Plasmaschneiden ein gewisser Abstand zwischen

der Spitze des Brenners und der Werkstückoberfläche beziehungsweise der resultierenden Trennfuge eingehalten werden. Dazu kommt, dass die Trennfuge räumlich ausgedehnt ist. Dies führt zum Beispiel bei einer Schrägstellung des Brenners dazu, dass die Schnitttiefe als Hypotenuse eines Dreiecks (gebildet aus der Materialdicke als Kathete und dem Versatz des Plasmaaustritts als Ankathete) ansteigt. Bei vielen Trennverfahren ist die Trennfuge außerdem V-förmig oder ähnlich konisch ausgeführt.

Alle diese Probleme sind mit den vorgestellten CNC-Lösungen für das Schneiden leicht zu beherrschen. Für das Steuerungseengineering kann der Maschinenbauer dabei auf eine Vielzahl geeigneter Softwaremodule zurückgreifen. Wo diese erprobten Standards einmal nicht ausreichen, sorgt Eckelmann als lösungsorientierter CNC-Anbieter für kunden- oder technikspezifische Anpassungen der Firmware.

Für spezielle Kinematiken setzt Eckelmann ein eigenes Softwarewerkzeug zur Hardware-in-the-Loop-Simulation ein, das unter Matlab entwickelt wurde. Die Steuerungshardware wird dafür über die Ein- und

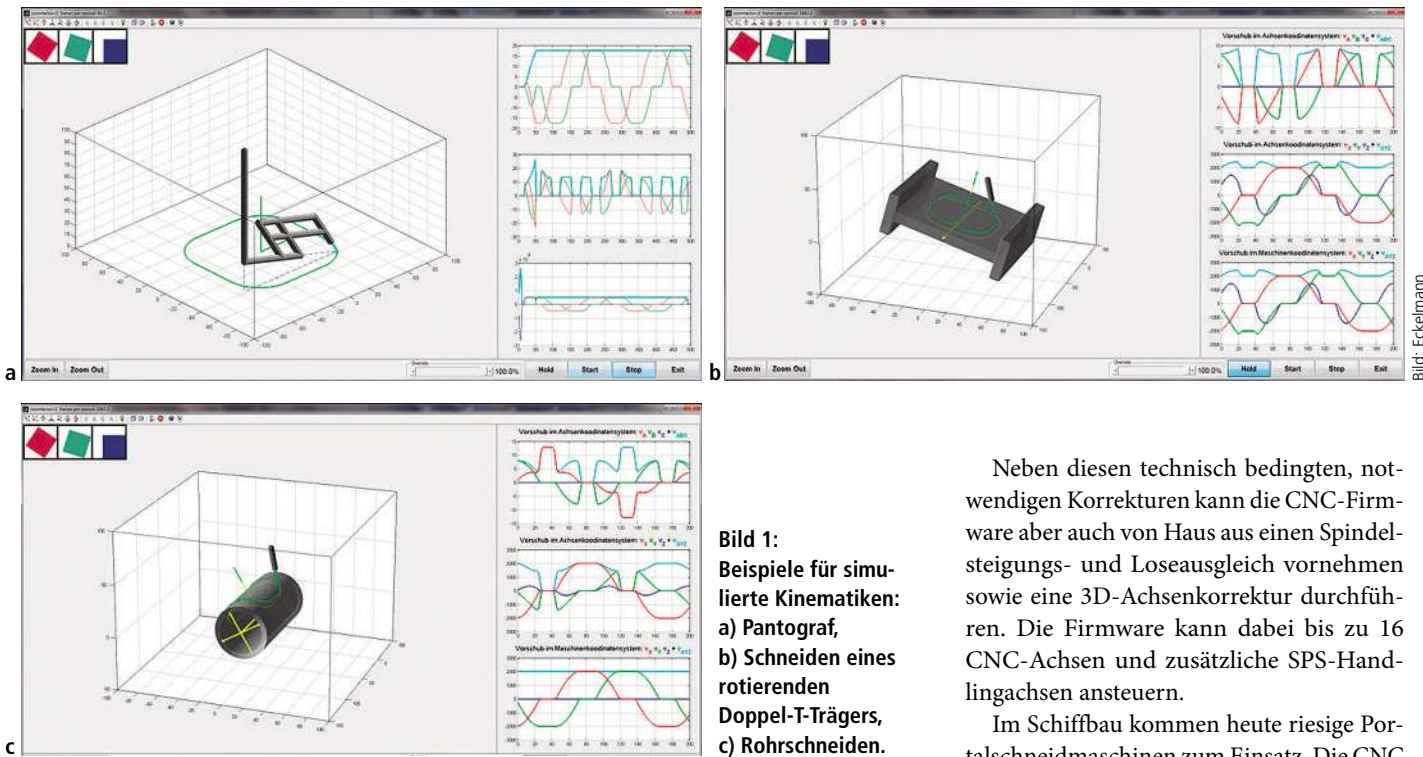


Bild 1:
Beispiele für simulierte Kinematiken:
a) Pantograf,
b) Schneiden eines rotierenden Doppel-T-Trägers,
c) Rohrschneiden.

Bild: Eckelmann

Ausgänge mit einem Hardware-in-the-Loop-Simulator verknüpft, auf dem die Mechanik der Maschine realitätsnah simuliert wird, einschließlich der Antriebstechnik.

Die Entwicklungsingenieure von Eckelmann können so beliebige Kinematiken digital simulieren. Bereits vor Fertigstellung der realen Maschine durch den Anwender ist es auf diesem Weg möglich, die CNC-Firmware für die neue Kinematik zu ertüchtigen und die fehlerfreie Umsetzung aller Funktionen zu kontrollieren. Die Inbetriebnahme wird dabei durch den Einsatz moderner Simulationswerkzeuge signifikant beschleunigt, was die Time to market verkürzt.

Beispiele für komplexere Kinematiken, die von der ENC66 von Eckelmann gesteuert werden, sind Pantografenkinematiken (Bild 1a) oder Anwendungen, bei denen neben den Werkzeugachsen weitere Achsen einbezogen werden müssen, die das Werkstück selbst bewegen. Ein gutes Beispiel ist das Plasmaschneiden eines selbst rotierenden Stahlträgers, wie zum Beispiel eines Doppel-T-Trägers (Bild 1b), oder eines Rohres (Bild 1c).

In der CNC sind viele Korrekturfunktionen fest eingebaut. So wird zum Beispiel in Abhängigkeit vom Fasenwinkel die Schnittgeschwindigkeit automatisch reduziert. Wie oben ausgeführt, erhöht sich bei Schrägstellung die resultierende Schnitttiefe. Deswegen muss die Schnittgeschwindigkeit bei gleicher Leistungszufuhr reduziert werden. Zum zweiten verändern sich bei Schrägstellung

des Brenners die Lage der Schnittfuge und der Abstand zwischen Werkstückoberfläche und Brennerdüse. Auch dies wird durch die Software automatisch ausgeglichen. Die Werkzeugachsen werden so angesteuert, dass beim Schwenken des Brenners die Lichtbogenstrecke gleich bleibt.

Beim Plasmaschneiden kommt der Höhenreglung eine besondere Rolle zu

Die unterschiedlichen Korrekturen sorgen in Summe für konstante Schneidparameter und damit für eine optimale Kontrolle des Schneidprozesses. Beim Plasmaschneiden kommt der Höhenreglung eine besondere Rolle zu. Lösungen mit einer separaten Höhenregelung außerhalb der CNC-Regie stoßen hier schnell an Grenzen, weil sich viele Schneidprozesse, besonders das Plasmaschneiden, nicht mit der nötigen Präzision und Dynamik steuern lassen, wenn die Höhenregelung (Z-Achse) nicht perfekt mit den anderen Werkzeugachsen synchronisiert ist. Außerdem spart es Hardwarekosten, wenn die Rechenleistung der ohnehin benötigten CNC die Aufgabe der Höhenregelung zusätzlich übernimmt.

Nur unter einheitlicher CNC-Regie lassen sich alle beteiligten Achsen optimal koordinieren. Eckelmann hat speziell für diesen Zweck eine eigene Z-Achsenmechanik entwickelt, die auch für den Anbau von Fasenaggregaten mit einer zusätzlichen A- und B-Achse zur Einstellung des Fasenwinkels ausgelegt ist (Bild 2).

Neben diesen technisch bedingten, notwendigen Korrekturen kann die CNC-Firmware aber auch von Haus aus einen Spindelsteigungs- und Loseausgleich vornehmen sowie eine 3D-Achsenkorrektur durchführen. Die Firmware kann dabei bis zu 16 CNC-Achsen und zusätzliche SPS-Handlungachsen ansteuern.

Im Schiffbau kommen heute riesige Portalschneidmaschinen zum Einsatz. Die CNC von Eckelmann unterstützt standardmäßig auch die dafür nötige Synchronisation von Antrieben für Gantry-Achsen.

Maschinenbauer können ihre Maschinensteuerung mit Komponenten von Eckelmann unter der grafischen Entwicklungsumgebung Codesys (konform zu IEC 61131-3) selbst programmieren und dafür auf eine umfangreiche Bibliothek mit Standardfunktionen für das Schneiden zurückgreifen; dazu gehören auch Funktionen für die Steuerung der Stromquelle oder die Gaseversorgung. Alternativ haben die Maschinenbauer aber auch die Möglichkeit, auf das umfangreiche Engineeringangebot und die Expertise der Eckelmann AG zurückzugreifen und die Software durch Applikationsingenieure von Eckelmann entwickeln und anpassen zu lassen. Für das HMI-Design gibt es einen speziellen Baukasten für das Schneiden, mit dem sich schnell intuitive Bedienoberflächen realisieren lassen. Eine flexible Anpassung an das eigene Displaydesign ist kein Problem.

Durch Automation lassen sich kürzere Rüstzeiten erzielen

Damit von den im Vergleich zu anderen Trennverfahren kürzeren Bearbeitungszeiten auch in der Praxis profitiert werden kann, ist eine einfache und effiziente Maschinenbedienung besonders wichtig. Denn was nützt der technisch begründete Zeitgewinn des Trennverfahrens, wenn dieser durch lange Rüstzeiten oder eine komplizierte Maschinenbedienung wieder zunichte gemacht wird?

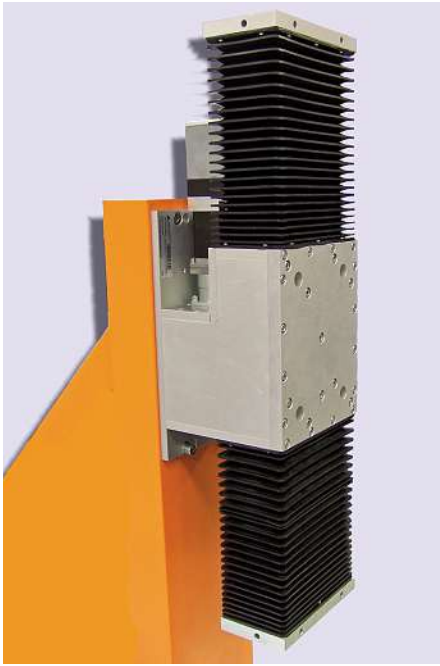


Bild 2: Z-Achsen-Mechatronik für die Höhenregelung speziell bei thermischen Trennverfahren.

Bild: Eckelmann

Deshalb präsentiert sich die CNC von Eckelmann mit einer auf das Schneiden optimierten Bedienoberfläche. An einer zentralen Stelle können alle wichtigen Arbeitsschritte durchgeführt und kontrolliert werden.

Die Maschinenbedienung erfolgt vollständig über Touchpanels. Der Bediener kann sowohl NC-Programme in diversen Formaten importieren (DXF, DIN, HPGL, ESSI) als auch grafisch unterstützt Teile direkt an der Maschine programmieren, was besonders bei einfachen Geometrien eine Zeitersparnis bedeuten kann. Die Erstellung eines neuen wie auch die Optimierung eines bestehenden Programms kann direkt an der laufenden Maschine erfolgen. Eine umfassende Makrobibliothek hilft dem Bediener bei der Programmierung.

Um die Rüstzeiten zu minimieren, können Bildverarbeitungssysteme in die CNC integriert werden. So kann die Lage des Werkstücks automatisch erkannt werden und es werden automatisch Korrekturwerte an das CNC-Bearbeitungsprogramm übergeben.

Das aufwendige und zeitraubende Ausrichten von Blechen wird damit obsolet. Doch die Bildverarbeitung kann noch weit mehr: So ist eine Restplatten-Konturerfassung zur optimalen Materialnutzung ebenso möglich wie die Überwachung des Schneidprozesses zur Onlineprozessoptimierung.

Nach außen kann die CNC von Eckelmann über eine Vielzahl von Schnittstellen mit den Antrieben und Plasmaschneidquellen kommunizieren: Neben Sercos und CAN-Open kommen Ethernet, Localbus, USB, RS232, RS422/485 in Frage, daneben kann aber auch ein Spannungs- oder PWM-Signal zur Ansteuerung genutzt werden. Dafür gibt es spezielle IO-Module. Zur Anbindung anderer Peripherie stehen die üblichen Standard-IO-Baugruppen (Digital-in/out, Analog-in/out) zur Verfügung. Über Buskoppler für CAN-Open oder Sercos können die IO-Module auch abgesetzt betrieben werden.

Maschinen- und Betriebsdaten können von der CNC erfasst und den überlagerten Produktionsleit- oder Produktionsplanungssystemen bereitgestellt werden. Damit lassen sich auch durchgängige und effiziente Automatisierungslösungen für große Produktionsbetriebe realisieren.

MM