



FOTOS: ABB

Der Teaching-Prozess der Roboter erfolgt konventionell, indem die Positionen Punkt für Punkt entlang der Werkstückkontur programmiert werden. So sind bis zu 90 % kürzere Programmierzeiten möglich.

Force Control – robotergestützte mechanische Bearbeitung

Roboter mit Fingerspitzengefühl – adaptiv und flexibel fühlen statt statisch handeln. Eine innovative Kraftregelung verwandelt Bearbeitungsroboter in Universalwerkzeuge.

VON MARTIN KOHLMAIER, WIENER NEUDORF, ÖSTERREICH

Eine neue Qualität des Programmierens und der Prozesssteuerung von Robotern bietet innovative und effizientere Möglichkeiten beim mechanischen Bearbeiten. Die Kombination von intelligenter Software und feinfühligem Sensorik bildet die Basis des innovativen Systems „Force Control (FC) Machining“. Die Ergebnisse sind markant kürzere Programmierzeiten, verbesserte Arbeitsbedingungen, höhere Produktqualität, erweiterte Flexibilität und gesteigerte Produktivität sowie geringere Schadensrisiken. Diese Vorteile kommen vor allem Anwendern zugute, die Werkstücke wie Metallgusstei-

le, Stahlwerkzeuge, Kunststoffteile, Holz- oder Glaswerkstücke bearbeiten. So werden die Vorteile der roboterunterstützten Produktion auch für kleine und mittelgroße Betriebe nutzbar, z. B. im Handwerksbereich in Schlossereien und Schreinereien. Daraus resultieren Wettbewerbsvorteile für alle Unternehmensgrößen.

Konventionelle Programmiermethoden sind zeitaufwendig

Konventionell ermittelt der Programmierer die Pfade für Bearbeitungsprozesse, indem die Positionen Punkt für Punkt entlang der Werkstückkontur programmiert (geteacht) werden. Dabei muss er auf Bauteiltoleranzen und spezifische spätere Pro-

zessparameter achten. So ist häufig das Teachen von mehreren hundert Punkten erforderlich. Trotzdem führt bei den anschließenden Bearbeitungsprozessen ein konstantes Abfahren dieser Pfade zu Problemen und Risiken: vom Beschädigen des Werkstückes oder Werkzeuges über Unterbrechungen in der Fertigung bis zum Crash. Die Anwender versuchen, solche Mängel z. B. mit teuren flexiblen Werkzeugen, zusätzlichen Servoachsen, reduzierten Arbeitsgeschwindigkeiten oder ständigen Anpassungen zu vermeiden. Diese Maßnahmen bringen zumindest wirtschaftlich relevante Nachteile. FC Machining reduziert jetzt sowohl den Programmieraufwand als auch die bisher üblichen Bearbeitungsrisiken drastisch.

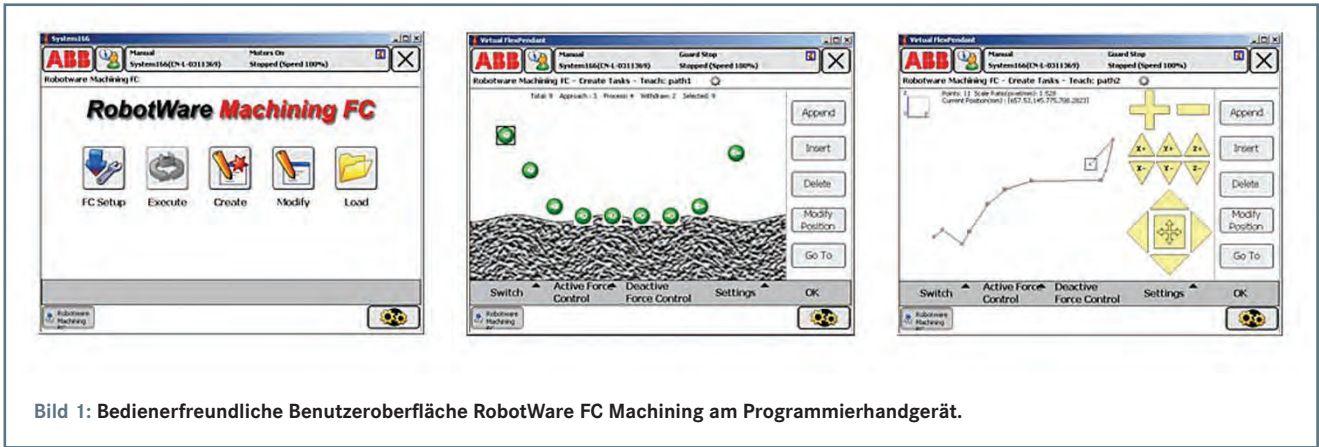


Bild 1: Bedienerfreundliche Benutzeroberfläche RobotWare FC Machining am Programmierhandgerät.

Der Roboter erstellt sein Programm

Die Softwareoption „Lead Through Teaching - Automatic Path Learning“ unterstützt den Anwender beim einfachen Programmieren der Pfade. Im Gegensatz zum konventionellen aufwendigen Programmierprozess führt ihn eine graphische Benutzeroberfläche (GUI: Graphic User Interface) mit wenigen Mausklicks zum Ziel (Bild 1). Er führt den Roboter mit der Hand lediglich zu den ungefähren späteren Arbeitspositionen. Und das in nur relativ wenigen Arbeitspunkten. Dabei sind bauteilabhängige Abweichungen von einigen Millimetern zulässig. Anschließend „lernt“ der Roboter mit der Option „Automatic Path Learning“ in einem weiteren Schritt die tatsächlich benötigten Positionen entlang der Bauteilkontur. In relativ kurzer Zeit sind komplexe Pfade erstellt und können sofort abgefahren werden. Zeit- und kostenintensives Programmieren entfällt - der Roboter erstellt selbst komplexeste Bearbeitungspfade. Leicht nachvollziehbar ist: Der Nutzen ist umso größer, je komplexer das Bauteil ist. So sind Einsparungen der Programmierzeit von bis zu 90 % möglich. Das verkürzt die „Time to Market“, also die Zeitdauer von der Produktentwicklung bis zur Platzierung des Produkts am Markt, und erhöht wesentlich die Effizienz der gesamten Anlage. Hersteller können auch deutlich schneller und flexibler auf Kundenwünsche reagieren.

Neue Lösungen zum Bearbeiten der Bauteile

Konventionell führt der Roboter das Werkzeug mit konstanter Geschwindigkeit auf dem programmierten Pfad. Deren Größen sind unabhängig von der tatsächlichen Kontaktkraft. Sie kann jedoch als Folge von Toleranzen, Formabweichungen, Hindernissen auf der Werkstückoberfläche oder anderen Anomalitäten variieren. Das „blinde“ Folgen einer einmal programmierten

Bahn kann deshalb zu erheblichen Problemen führen. Zum Beispiel zum Abschalten des Roboters wegen Überlastung seiner Servomotoren, zum Werkzeugbruch oder zum Beschädigen des Werkstückes. Um solche Situationen auszuschließen, fahren die Praktiker ihre Maschinen meist mit deutlich reduzierter Geschwindigkeit - und schränken so deren Produktivität

stark ein. Force Control Machining bietet hier zwei neue Bearbeitungsstrategien:

FC Pressure kontrolliert die Anpresskraft

FC Pressure sorgt beim Bearbeiten für eine konstante Anpresskraft (normal zum Pfad) und damit für einen konstanten

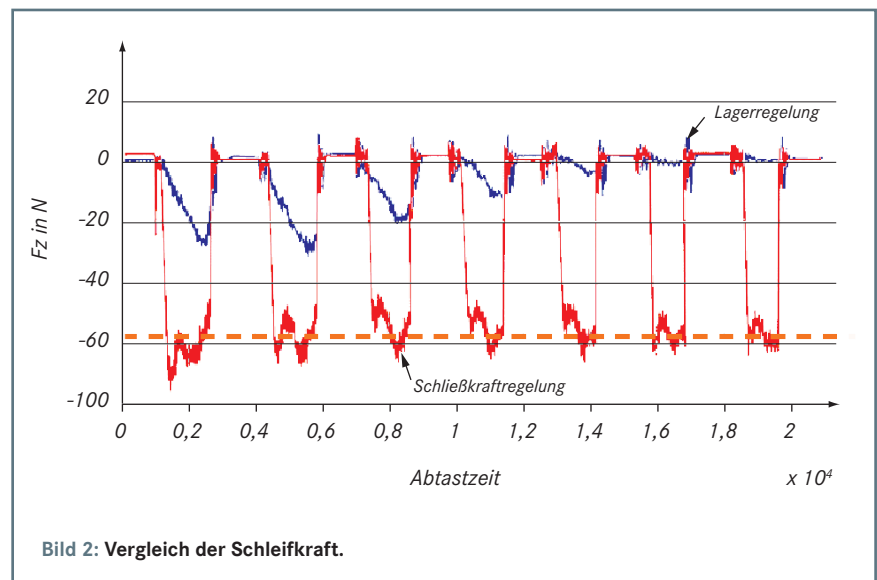


Bild 2: Vergleich der Schleifkraft.

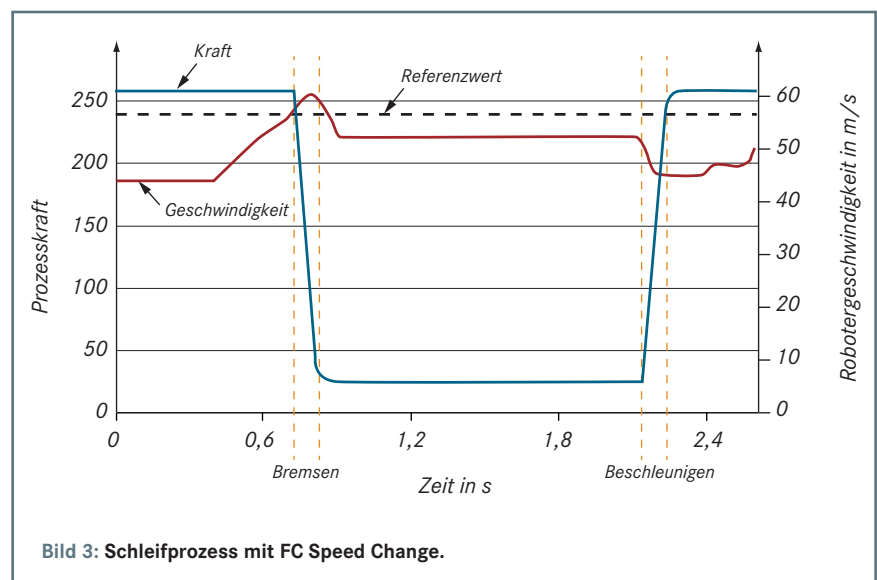
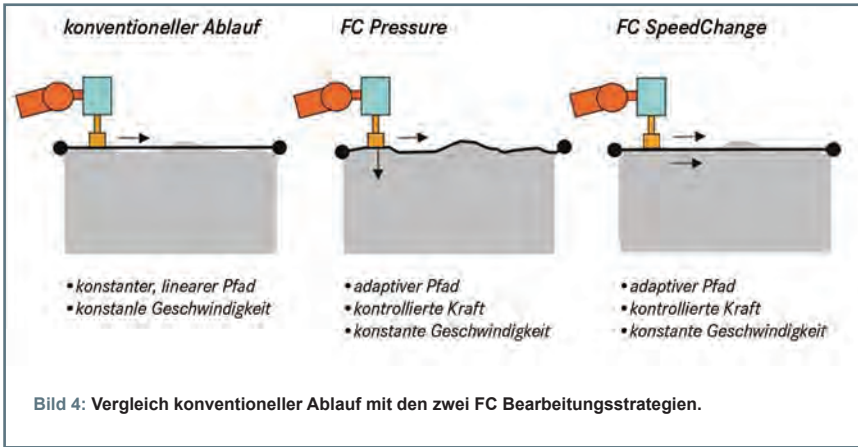


Bild 3: Schleifprozess mit FC Speed Change.



Druck des Werkzeuges auf die Werkstückoberfläche. Die Vorgaben bzw. Grenzwerte richten sich selbstverständlich nach dem Arbeitsprozess und dem Werkstoff: Schleifen bzw. Fräsen von Angüssen und Graten, Polieren der Oberfläche von Metallguss- oder Kunststoffteilen, Fräsen, Bohren und Schleifen von Holzwerkstücken, Verbundmaterialien aus Holz und Kunststoff oder anderen Werkstoffen. In jedem Bearbeitungsprozess erfasst die Software über den am Roboterflansch aufgebauten sehr feinfühligem Kraftsensor mit mehreren Freiheitsgraden die Ist-Kräfte und gleicht sie mit der Soll-Vorgabe ab (Bild 2). Neben dem gleichmäßigen Kontaktdruck ändert sie die vorgegebenen Pfade adaptiv. Dies stellt sicher, dass das Werkzeug immer an der Oberfläche des Werkstückes entlangfährt – unabhängig von Konturunebenheiten

und Fertigungstoleranzen. Das System reagiert bereits auf geringe Kraftunterschiede von 5 N. Weiter reduziert die Software das Schadensrisiko für die Werkstückoberfläche und prognostiziert zuverlässig den Werkzeugverschleiß.

FC SpeedChange variiert die Geschwindigkeit

FC SpeedChange ändert die Roboterbahngeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Bearbeitungskraft (in Richtung des Pfades). So sorgt sie für konstanten Materialabtrag während des Prozesses. Treten zu hohe Bearbeitungskräfte auf, reduziert die Software die Geschwindigkeit des Roboterarms automatisch und hält so die Bearbeitungskräfte konstant (Bild 3). Das verhindert weitgehend auch Maßabweichungen, die

sich sonst aus dem Durchfedern des Roboterarms ergeben. Weiter vermeidet der Roboter so Beschädigungen des Werkstücks oder Werkzeugs aufgrund zu hoher mechanischer und thermischer Beanspruchungen. Sowohl die optimale Robotergeschwindigkeit als auch die reduzierten Schadensrisiken bzw. die erhöhte Prozesssicherheit steigern die Produktivität und Wirtschaftlichkeit des kompletten Bearbeitungsprozesses.

Bild 4 vergleicht zusammenfassend den Unterschied zwischen einem konventionellen positionskontrollierten Bearbeitungsablauf mit dem Roboter und den kraftgesteuerten Bearbeitungsstrategien FC Pressure und FC Speed Change.

Zusammenfassung

Die Technologien Force Control Machining (Bild 5) mit den zwei Bearbeitungsstrategien FC Pressure und FC Speed Change bringen dem Anwender vom Handwerks- bis zum Industriebetrieb markante Verbesserungen und Wettbewerbsvorteile: höhere Produktqualitäten, erhebliche Kosteneinsparungen durch die Verkürzung der Programmierzeit von bis zu 90 %, bis zu 20 % verkürzte Zykluszeiten und eine Verlängerung der Lebensdauer der Bearbeitungswerkzeuge.

Dipl.-Ing. (FH) Martin Kohlmaier, Geschäftsbereichsleiter Robot Automation & Products, ABB AG, Wiener Neudorf, Österreich.

www.abb.at



Bild 5: Schleifapplikationseinsatz mit Force Control.