



## Werkzeug- überwachung im Maschinentakt

In CNC-Bearbeitungszentren sorgt ein taktiles Kontrollsystem für die zuverlässige Bruchüberwachung der Werkzeuge. Der Vorgang wird so ausgeführt, dass sich dadurch kaum Auswirkungen auf den Maschinentakt ergeben. Der Verbund aus Tastkopf und Steuereinheit kommuniziert beispielsweise über Profibus direkt mit der Maschinensteuerung, wo alle relevanten Werkzeugdaten zentral projektiert werden können. – Von Wolfgang Jarausch<sup>①</sup>

<sup>①</sup> Der Autor ist Marketingreferent MSC Tuttlingen GmbH

Produktionsausfall, Zerstörung von teuren Werkstücken und Werkzeugen – das droht in automatisierten, manlosen Fertigungsprozessen durch Werkzeugbruch, Spann- oder Auswurf Fehler. Diese Folgeschäden lassen sich mit entsprechenden Überwachungs- und Sensorsystemen vermeiden. In modernen, auf die Komplettbearbeitung von Werkstücken ausgerichteten Bearbeitungszentren sind sie wichtige Komponenten zur Sicher-

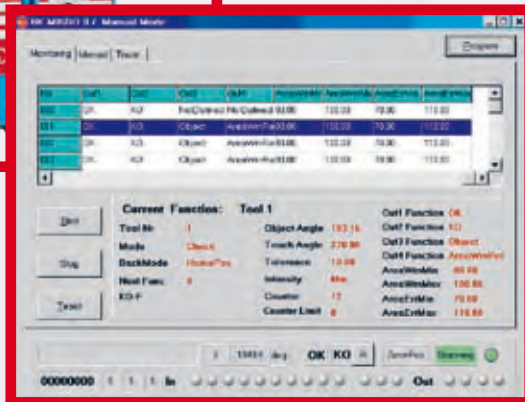
Mit taktilen Systemen ist es ein Leichtes, selbst Bohrer mit geringen Durchmessern bis hinab zu 0,5 mm verlässlich auf Bruch zu prüfen. Durch die potentialfreie Abtastung haben auch „Störmaterialien“ wie Späne und Kühlmittel keinerlei Einfluss auf das Ergebnis, sodass die Prüfung nicht in einem geschützten Bereich stattfinden muss, sondern bereits direkt in der Bearbeitungszone möglich ist. Aus diesen Gründen entscheiden

men sollte. Die neue, microcontrollerbasierte Steuerung wurde dabei auch um Eigenschaften erweitert, mit denen eine deutliche Reduzierung der Abtastzeit und eine komfortablere Projektierung möglich wurden. Ein neuer Tastkopf mit verbesserter Motor- und Getriebeleistung sorgt dafür, dass bei Bedarf eine längere Tastnadel eingesetzt werden kann. In Verbindung mit der erhöhten Winkel-Auflösung konnte die Genauigkeit beim Abtasten verbessert werden, um so auch äußerst geringe Werkzeugbeschädigungen erkennen zu können.



Steuergeräte auf Hutschiene montiert, v.l.n.r. Profibus-Variante, Basisversion, Premium-Version mit vollem Funktionsumfang und E/A-Erweiterungsmodul

Screenshot: Konfigurationssoftware im Monitoring-Modus



ung von Produktivität, Maschinenverfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit. Hierzu müssen alle zur Bearbeitung notwendigen Werkzeuge auf die richtige Position im Werkzeugmagazin und auf Werkzeugbruch kontrolliert werden.

Für die Prozessüberwachung in Werkzeugmaschinen gibt es eine Reihe von möglichen Systemen: berührungslose (optisch, akustisch, Messung von Strom oder Kraft) und taktil. Jedes Verfahren hat seine spezifischen Vorzüge für unterschiedliche Einsatzbereiche und passend zur jeweiligen Philosophie des Maschinenherstellers.

Taktile Werkzeugüberwachungssysteme sind vergleichsweise kostengünstig und zeichnen sich besonders durch die sehr einfache „Plug-and-Play“-Montage aus. Sie sind sofort nach der Anbringung des Tastkopfs, beispielsweise direkt im Bearbeitungsraum, und der Anbindung an die Steuereinheit einsatzbereit. Dabei sind keine umfangreichen Justierungen erforderlich. Dank der robusten Konstruktion des Tastkopfs kann dieser frei bewegt und so direkt an ein Werkzeug herangefahren werden. Ein Vorteil taktiler Verfahren ist also, dass das Werkzeug nicht zeitraubend zur Prüfeinrichtung bewegt werden muss und keine Änderungen in der Geometrie des Spindel-Verfahrwegs notwendig sind.

sich viele Maschinenhersteller und Anwender für ein robustes, taktilen Werkzeugüberwachungssystem.

### Bewährtes verbessert

Die Markteinführung für das taktile Werkzeugüberwachungssystem „BK Mikro“ fand bereits 1980 statt. Seither wurden weltweit über 85000 Systeme verkauft. Das gesamte Portfolio bestand zuletzt aus bis zu fünf verschiedenen Systemen mit je einem Steuergerät und zugehörigem Tastkopf. Trotz der bestehenden Versionsvielfalt waren noch nicht alle Kundenwünsche abgedeckt, und für den Anwender war der einfache Wechsel von einem System zum anderen nicht ohne Weiteres durchzuführen.

Das komplett neu entwickelte, modulare System „BK Mikro 9“ ergänzt die fehlenden Funktionen und verringert dabei gleichzeitig die Produktvielfalt. Das Hauptaugenmerk bei der Entwicklung neuer Funktionen lag auf dem Steuergerät, das im Funktionsumfang zu- und in den Abmessungen abneh-

### Das Steuergerät

Basis der neuen Steuergeräte-Generation ist eine ARM9-Risc-CPU mit hoher Rechenleistung bei geringer Stromaufnahme. Die Module sind für die Hutschienenmontage vorbereitet, und ein IP67 abgedichtetes Kabel

verbindet das Gerät mit dem Tastkopf; eine hardwareseitige Kabelbrucherkennung ist in das Steuermodul integriert. Neben den Anschlussklemmen für Versorgungsspannung und den digitalen Ein- und Ausgängen befinden sich auf der Frontseite eine Mini-USB-Buchse und der Rundsteckverbinder zum Tastkopf. Im Vollausbau weist das Steuergerät darüber hinaus noch eine Profibus-Schnittstelle aus. Jedes Steuergerät kann über einen am USB angeschlossenen PC projektiert werden. Hierfür verwendet der Pro-

grammierer eine Konfigurationssoftware, mit der alle relevanten Parameter konfiguriert, an das Steuergerät übergeben und dort im EEPROM dauerhaft bis zur nächsten Änderung hinterlegt werden. Bei der Profibus-Version wird die gesamte Projektierung über das CNC-Programm verwaltet.

E/A-seitig stehen drei digitale Ein- und zwei digitale Ausgänge zur Verfügung, die sowohl in positiver als auch negativer Logik beschaltet werden können: ein Eingang für den Teach-In-Prozess zum „Erlernen“ der abzufragenden Position, ein Eingang zum Start des Überwachungsvorgangs, ein frei konfigurierbarer Eingang, beispielsweise zum Empfang eines Stopp-Befehls sowie je ein Ausgang für OK- beziehungsweise KO-Meldung.

### Die Steuergerät-Varianten

In der preiswerten Basisversion ist das Steuergerät für die Kontrolle einer Position beziehungsweise eines Werkzeugs ausgelegt, beispielsweise für den Einsatz in einspindligen Werkzeugmaschinen. Mit dem optionalen

E/A-Erweiterungsmodul kann das System sehr einfach und ohne Konfigurationssoftware in Betrieb genommen werden. Hierzu dienen die Dip-Schalter, beispielsweise für die Festlegung von Rechts- oder Linkslauf der Tastnadel, zur Einstellung von Objekt- oder Freiraumüberwachung oder zur Bestimmung der Abtastintensität.

In der nächsthöheren Ausbaustufe und in Verbindung mit dem E/A-Zusatzmodul ist die Abfrage von bis zu 512 Werkzeugen beziehungsweise Positionen möglich. Neben der Feinkonfiguration über die PC-Software sind auch hier die wichtigsten Einstellungen für die Durchführung des Prüfvorgangs ohne Software über die Dip-Schalter am Zusatzmodul möglich. Darüber hinaus bietet das E/A-Erweiterungsmodul einen zusätzlichen, frei konfigurierbaren Eingang, auch zur Erfassung eines Stoppsignals für die Unterbrechung einer Dauerprüfung, und zwei frei konfigurierbare aktive Ausgänge beispielsweise für Meldungen wie „Nadel in Ruheposition“ oder „Eintritt in einen bestimmten Messbereich“.

Mit der Profibus-Variante kann eine unbegrenzte Anzahl von Werkzeugen abgefragt werden. Die komplette Konfiguration der Werkzeugüberwachung ist im CNC-Projekt hinterlegt, CNC und Steuergerät kommunizieren die jeweiligen Werte laufend über den Feldbus.

## Die Tastköpfe

Abtastpunkte (z.B. Werkzeuge oder auch Werkstücke) oder Freiräume können von den Tastköpfen durch eine kreisende Bewegung der Tastnadel erfasst und überwacht werden. Die Tastköpfe sind aus Aluminium gefertigt und erfüllen dank Doppellippendichtungen die Schutzart IP67. Im Innern versteht ein Elektromotor mit einer Lebensdauer von mehr als 5 Mio. Tastzyklen seine Arbeit. Die Konstruktion ist für eine Betriebstemperatur von bis zu 80 °C ausgelegt. Unterschiedliche Anwendungen in Komplexität und Abtastgenauigkeit erfordern angepasste Tastkopfmodelle, von der einfachen Werkzeugüberwachung in einspindligen Maschinen bis zur umfangreichen Werkzeugkontrolle mit geringer Prüftoleranz im Magazin eines automatisierten Bearbeitungszentrums. Dabei kommen Tastnadeln unterschiedlicher Längen und Ausprägungen zum Einsatz, beispielsweise für die Prüfung orthogonal zu einem Bohrer oder für die Kontrolle über die axiale Berührung der Werkzeugspitze mit Spezialnadeln. Die Längenunterschiede der Werkzeuge im Magazin können

dabei bis zu 600 mm betragen. Trotzdem beträgt die Prüftoleranz lediglich  $\pm 0,04^\circ$ , was bei einer Nadellänge von 500 mm im günstigsten Fall weniger als 0,4 mm Abweichung entspricht.

## Die Konfigurationssoftware

Der Programmierer kann das Werkzeugüberwachungssystem komfortabel mit einer Desktop-Software konfigurieren und das Projekt via USB an das Steuergerät übertragen. Sobald ein Rechner mit dem Steuergerät verbunden ist, können alle gespeicherten Parameter (z.B. Tastkopfmodell und verwendetes Steuergerät) automatisch an die Software übertragen werden, sodass Fehlprojektierungen auszuschließen sind.

Das Konfigurationsprogramm unterstützt im Wesentlichen zwei Modi. Im Programmiermodus können für bis zu 512 Werkzeuge die entsprechenden Attribute wie Vorgabewinkel beziehungsweise Werkzeuglänge, Toleranz und Abtastintensität definiert werden. Bereits während der Projektierung wird, sofern eine USB-Verbindung zum Steuergerät besteht, der aktuelle Status und eventuelle Fehlermeldungen in der Statuszeile dargestellt. Mit der Software können auch einzelne Befehle getestet oder ein Teach-In-Vorgang initiiert werden.

Der Manual-Modus dient dem Service-Personal für die Fehlersuche bei Funktionsstörungen. Dabei werden die Meldungen im Klartext auf dem Bildschirm angezeigt. Eine Sonderform ist der Trace-Modus, mit dem alle Tastvorgänge während einer Schicht aufgezeichnet werden können, zum Beispiel als Basis für die Optimierung der Toleranzparameter.

### Im Überblick

Werkzeugüberwachung ist, neben Industrie-PCs und kundenspezifischen Elektronik-Entwicklungen, eine von drei Produktsäulen der MSC Microcomputers Systems Components Tuttlingen GmbH. Die taktilen Sensorsysteme der Reihe BK Mikro kommen weltweit in über 85000 Installationen zum Einsatz. Funktionsprinzip: Ein Werkzeug oder Werkstück wird im Maschinentakt potentialfrei abgetastet. Jede Abweichung zum Sollwert veranlasst sofort den Maschinenstopp, Folgeschäden bleiben aus. Das Gesamtsystem besteht aus Tastkopf und Microcomputer-Steuergerät.

Mit einem Profibus-System wird die gesamte Werkzeugüberwachung über die CNC konfiguriert. Hierbei kann der Programmierer ohne Konfigurationssoftware alle Parameter festlegen.

## Keine Auswirkungen auf den Maschinentakt

Eine der wichtigsten Neuerungen für den Einsatz in der mannlosen Produktion mit automatisierten Bearbeitungszentren ist die optimierte Hinfahrt der Tastnadel zur Werkzeugspitze, um die ohnehin bereits geringen Auswirkungen der Abtastung auf den Maschinentakt noch weiter zu reduzieren. Vor der Prüfung kann die so genannte „Preposition“-Funktion ausgeführt werden. Hierbei bewegt sich die Nadel vor dem eigentlichen Abtastvorgang in die Nähe der Position, an der beispielsweise die Werkzeugspitze geprüft werden soll, während das Werkzeug sich noch auf dem Weg an diese Position befindet. Die Nadel fährt dabei bis auf 10° an den Vorgabewinkel heran und verharrt in dieser Position. Sobald das Werkzeug an den gewünschten Koordinaten angekommen ist, wird der Abtastvorgang von der näheren Position aus durchgeführt. Dadurch verkürzt sich die Zeit der Abtastung, in der ein Werkzeug nicht bewegt werden kann, erheblich. Für die Rückfahrt der Tastnadel stehen weitere neue Funktionen bereit, um den zeitlichen Ablauf nach einer Prüfung zu optimieren. Die Kombination aller Maßnahmen reduziert die Abtastzeit eines Werkzeugs auf bis zu 150 ms.

Dank der einfachen Montagemöglichkeit eignet sich das System sowohl für die Erstausrüstung durch den Hersteller als auch zur Nachrüstung beim Anwender. Die neuen Funktionen erweitern den Einsatzbereich für taktoptimierte Bearbeitungszentren in der mannlosen Fertigung. Nicht zuletzt kann das Überwachungssystem dank innovativem Steuergerät nicht nur zur Werkzeugbruch- oder Auswurf- beziehungsweise Beschickungskontrolle eingesetzt werden, sondern auch für erweiterte Aufgaben der Werkstückkontrolle beispielsweise die Konturprüfung nach Kantenbearbeitung oder Überprüfung von Rundlauf und Verschleiß bei Schleifscheiben.

 MSC Microcomputers Systems Components Tuttlingen, Tuttlingen  
Tel.: 07461/925-200  
www.bk-mikro.de