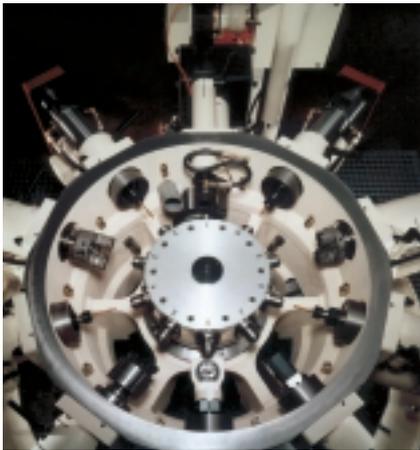


# Werkzeugüberwachung ergänzt die Fahrzeugteile-Produktion



■ Wirkleistungsmessung bei Rundtackmaschinen: Die Werkzeuge in Rundtackautomaten werden in der Regel mit einer Wirkleistungsmessung überwacht

KLAUS NORDMANN

Die Wirkleistungsmessung ist immer noch die am häufigsten verwendete Methode, um die Belastungsveränderung an den Werkzeugen zu kontrollieren, die Verschleiß und Werkzeugbruch verursachen. Die ständige Verbesserung der Messtechnik, etwa die Verwendung der 3-Phasemessung, und die Verbreitung von getriebelosen Motorspindeln ermöglichen es, bei einer Nennleistung der Spindel unter 3,5 kW auch Werkzeuge mit Durchmessern von einem Millimeter über den Aspekt der Wirkleistung zu überwachen. Rundtackautomaten werden besonders häufig mit Hilfe der Wirkleistung überwacht, da dort in der Regel relativ kleine Spindelmotoren verwendet werden, die eine gute Überwachung auch der kleinen Werkzeuge zulassen (Bild 1).

Dort, wo das Verhältnis von Werkzeugabmessung zur installierten Spindelleistung ungünstig wird, oder ein Motor mehrere Werkzeuge antreibt, beginnt die Domäne der Körperschallmessung. Sie stellt ebenfalls eine sinnvolle Ergänzung zur Wirkleistungsmessung dar, wenn die

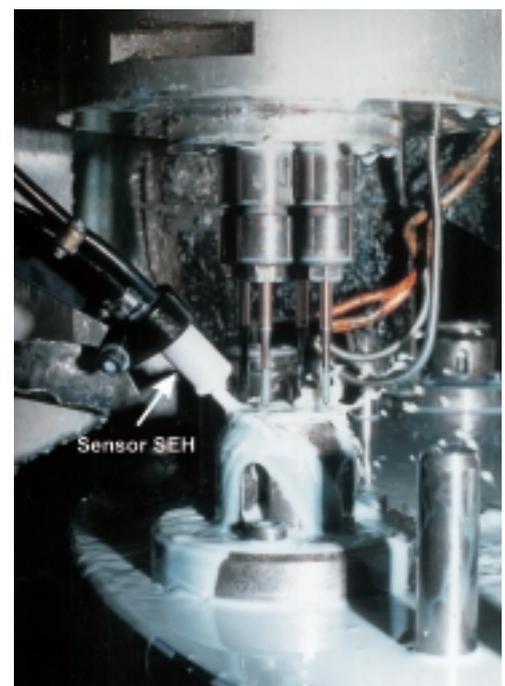
Maschinenausfallzeiten reißen schmerzhaft Löcher in den Kapazitätshaushalt der Fertigung. Moderne Werkzeugüberwachungssysteme meistern unvorhersehbare Ereignisse während der Zerspaltung zum Schutze von Maschine und Werkstück. Körperschallmessung, werkzeugnahe Kraftmessung und innovative Taster sichern die Produktion eines umfangreichen Teilespektrums.

Werkzeugmaschine kleine und große Werkzeuge im ständigen Wechsel einsetzt. Auch bei der Überwachung von Mehrspindelbohrköpfen ist die Körperschallmessung vorteilhaft, da der Bruch eines Gewinde- oder Spiralbohrers das Zerspanungsgeräusch um den Faktor 10 bis 100 übersteigt. Das Summengeräusch mehrerer gleichzeitig arbeitender Werkzeuge liegt noch weit unter der Schallamplitude eines Bohrerbruchs. Diesem Effekt kommt außerdem zu Gute, dass sich die Schallwellen mehrerer Werkzeuge nicht in dem Maß zu einem höheren Pegel des Messsignals addieren, wie es etwa bei der Wirkleistung oder der Zerspankraft der Fall ist.

## Direkte Körperschallaufnahme vom Werkzeug oder Werkstück

Häufige Anwendung findet die patentierte Methode, die Körperschallwellen unmittelbar vom Werkzeug oder Werkstück über einen Kühlschmierstoffstrahl aufzunehmen, der als Schallwellenleiter dient. Der Vorteil: Möglicherweise vorhandene Störquellen beeinflussen die Körperschallmessung nicht. Bild 2 zeigt dies am Beispiel des Gewindeschneidens in Aluminium-Druckgussteile des Automobilzulieferers Pressmetallwerk Gunzenhausen. In Spezialmaschinen ist es gelegentlich möglich, den Körperschall-

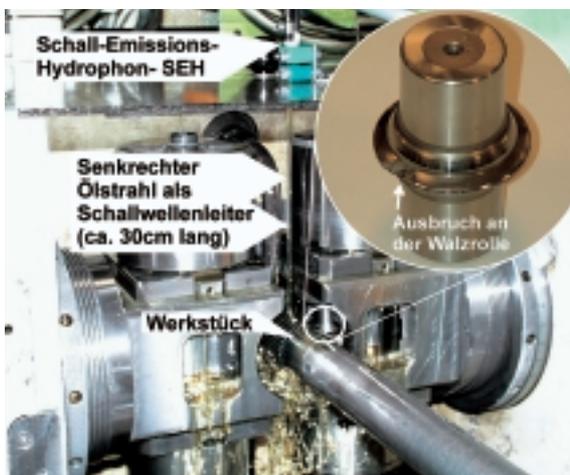
aufnehmer auch direkt am Drehmeißel zu montieren. So werden in speziellen Kollektordrehmaschinen die Werkzeugschneiden beim Drehen der Kollektoren von Elektromotoren für Scheibenwischer-



■ Werkzeugüberwachung mit Kühlschmierstoffdüse: Der Kühlschmierstoffstrahl dient als Schallwellenleiter bei der Werkzeugüberwachung von Mehrspindelbohrköpfen



**3 Körperschallmessung beim Kollektordrehen: Spezialmaschinen ermöglichen teilweise eine Anordnung des Schallaufnehmers direkt am Werkzeug**



**4 Ölstrahl als Schallwellenleiter beim Umformen: Kleine Ausbrüche aus der Walzrolle werden sicher mit einer Körperschallaufnahme über einen Ölstrahl als Schallwellenleiter erkannt**

motoren oder Anlasser über einen unmittelbar am Drehmeißel montierten Körperschallaufnehmer überwacht (Bild 3).

Mit Körperschall wird in der Automobilfertigung nicht nur der Zerspanungsprozess, sondern auch das Umformen überwacht. Bild 4 zeigt am Beispiel einer Maschine der Firma Ernst Grob, die im Daimler-Chrysler-Werk in Kassel die Verzahnung in Gelenkwellen hämmert, die Körperschallaufnahme über einen etwa 30 cm langen Ölstrahl (als Wellenleiter) in unmittelbarer Werkzeugnähe vom Werkstück.

Auf diese Weise kann trotz der Maschinengeräusche das Ausbrechen kleinster Stücke aus der Walzrolle erkannt werden. Alle Systeme, die bisher an den Maschinen des Werkzeugmaschinenherstellers Ernst Grob installiert wurden, erfüllen zuverlässig ihre Aufgabe und stoppen die Hämmerschere in der Regel noch bevor Ausschuss produziert wird. Aus diesem Grund wurden sie schon bei den meisten Auto-

mobilerstellern installiert. Die dritte Messgröße bei dieser Werkzeugüberwachung ist die Kraft, die auf das Werkzeug wirkt. Sie eignet sich besonders gut zur Erkennung von Werkzeugverschleiß.

Oft bereitet allerdings die Montage eines entsprechenden Kraftaufnehmers Schwierigkeiten, da zumindest ein Teil der Werkzeugkraft über ihn geleitet werden muss. So ist das Herstellen genauer Ausfräsungen, das Aufschrauben von Verspannungselementen auf Revolverkästen oder das Unterlegen dieser Revolverkästen in CNC-Drehmaschinen erforderlich. Da diese Art der Kraftmessung vor allem beim Nachrüsten wegen des hierbei längeren Maschinenstillstands mit Schwierigkeiten verbunden ist, wurden einfacher zu montierende Dehnungsaufnehmer entwickelt. Diese messen eine Werkzeugkraft über die Dehnung von Bauelementen, die im Kraftfluss liegen. Hierzu wird entweder ein Loch mit 10 mm Durchmesser in das Maschinenteil gebohrt und ein

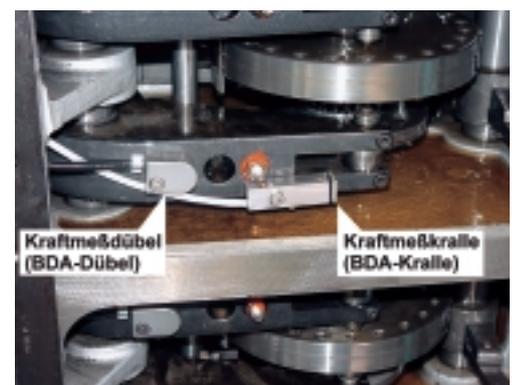
so genannter Kraftmessdübel installiert, um tiefer im Bauteil erfolgende Materialdehnungen zu erfassen. Alternativ zu dieser Vorgehensweise wird lediglich ein M5-Gewinde geschnitten und eine Kraftmesskralle befestigt, die die Oberflächendehnung eines beliebigen im Kraftfluss liegenden Teils messen kann (Bild 5).

Die Kraftmesskralle hat hierbei den entscheidenden Vorteil, dass keine besondere Anforderung an das Anzugsmoment der Befestigungsschraube gestellt wird. Von handfest bis »Ankallen« ist bei nahezu unveränderter Messempfindlichkeit alles erlaubt. Die Oberfläche des Maschinenteils, dessen Dehnung zur Werkzeugkraftmes-

sung herangezogen wird, braucht vorher nicht geebnet zu werden. Der Sensor lässt sich auf beliebig geformten Kulissenhebeln in Mehrspindel-Drehautomaten, auf Vorschubstangen, elektrohydraulischen Kreuzschlitten oder Revolverkästen montieren.

**Werkstücklänge ermitteln an Mehrspindel-Drehautomaten**

Wer Massenteile in Mehrspindel-Drehautomaten herstellt, dürfte mit dem Problem der gelegentlich zu kurzen Werkstücke vertraut sein. Es ranken sich eine Handvoll Lösungen um dieses Problem, angefangen von der Kraftmessung am Stangenanschlag über mechanische Mikroschalter bis zu berührungslosen Analogensensoren an der Stirnseite des Werkstücks. Nordmann löst dieses Problem mit einem leicht federnden, kalottenförmig ausgebildeten Taster mit der Bezeichnung »BDA-Pilz«, an dem die Werkstücke mit ihrer Stirnseite beim Wiertakten von einer zur nächsten Station vorbeigleiten (Bild 6). Hierbei wird die mit einer Hartstoffschicht überzogene Kalotte ausgelenkt, was über einen integrierten Wegaufnehmer gemessen wird. Dieses System ist absolut späneunempfindlich, direkt messend und wartungsarm. Da dieser Fühler nicht am Anschlag, sondern vor der letzten Station misst, wird auch ein mögliches Verrutschen des Werkstücks infolge der Bearbeitungskräfte erkannt.



**5 Kulissenhebel mit Dübel und Kralle: Schnell und einfach zu montieren sind Krallen und Dübel zur Kraftmessung an kraftdurchflossenen Teilen**

In Bearbeitungszentren ist die Kontrolle des Werkzeugzustands über die Messung von Wirkleistung, Kraft oder Körperschall nicht immer wünschenswert. Oftmals reicht auch die Kontrolle der Werkzeuglänge auf dem Weg zum Magazin. Dies wird in der Regel mit Laserlichtschranken realisiert. Allerdings ist ein gewisser Aufwand zur Reinhaltung der

**i HERSTELLER**  
**Nordmann GmbH & Co. KG, 50354 Hürth,**  
**Tel. 0 22 33/96 88-0,**  
**Fax 0 22 33/96 88-22,**  
**www.nordmann-online.de**

▶▶▶ Laseroptik erforderlich. Ein neuartiger Ultraschall-Distanzsensor hat dieses Problem nicht, denn er arbeitet auch bei nasser Geberfläche zuverlässig. Zur Kontrolle des Werkzeugs auf seine Länge beschallt er es von der Seite mit einer scharf gebündelten Ultraschallkeule und wertet das Echo aus. Verlässt die Spitze des Werkzeugs die Ultraschallkeule, so bleiben die Echos in der erwarteten Zeit aus. Auf diese Weise kann eine Bohrerlänge auf den Millimeter genau überwacht werden, eine für diese Aufgabe ausreichende Genauigkeit.

Die zunehmende Zahl unabhängig arbeitender NC-Achsen in einer Werkzeugmaschine erforderte ein neuartiges Werkzeugüberwachungssystem, das ohne besondere Erweiterungen bis zu 16 zeitlich unabhängige Bearbeitungsstationen überwachen kann. Das Tool Monitor SEM-Modul (Bild 7) kann über die serielle Schnittstelle oder/und über den Profibus mit offenen CNC-Steuerungen kommunizieren. Das Modul verfügt über selbsterklärende Pull-down-Menüs, einen farbigen Bildschirm mit Touchscreen und eine daneben angeordnete Folientastatur. Die komplette Bedienung ist sowohl über die Tastatur, als auch über den Touchscreen oder das Bedienfeld offener CNC-



6 Sicheres Weitertakten von Werkstücken: Werkstücklängenkontrolle beim Weitertakten der Werkstücke mit einem so genannten BDA-Pilz im Mehrspindel-Drehautomaten

Steuerungen, wie etwa Sinumerik 840 D oder Fanuc xx0i, möglich.

Ein weiteres Plus ist die mögliche Verwendung der Werkzeugüberwachungssysteme zur ständigen Erfassung von Maschinen- und Betriebsdaten. Die Tool Monitore sind werkweit über einen CAN-Bus miteinander vernetzbar, um gefertigte Stückzahlen und Stillstandgründe einer Werkzeugmaschine zentral registrieren zu können. Wird der CAN-Bus über einen CAN-Bus-Adapter mit einem Server verbunden, so kann man im Unternehmen nach Aktivierung der Option »Betriebsdatenerfassung« von jedem Arbeitsplatz die Tool Monitore und den Betriebszustand der angeschlossenen Werkzeugmaschine sowie die Gründe für Maschinenstillstände einsehen.

Sollten an den Werkzeugmaschinen bereits PC-basierte BDE/MDE-Terminals, zum Beispiel der Firma Dlog, vorhanden sein, so lässt sich die Werkzeugüberwachung problemlos softwaremäßig in diese Terminals integrieren. Das trägt in erheblichem Maße dazu bei, die Kosten und den

Installationsaufwand für ein derartiges Überwachungssystem zu reduzieren. Beinahe alle Automobilhersteller und deren Zulieferer verwenden inzwischen das SEM-Modul-System aufgrund seiner Fähigkeit, auch kleinste Werkzeuge überwachen zu können. Zudem schätzen sie die Möglichkeit der Integration in offene Steuerungen und die Erweiterung um die Betriebs- und Maschinendatenerfassung.

**TOOL MONITORING FOR AUTOMOBILE COMPONENT PRODUCTION**

Machine downtime can cause painful gaps in the production capacity house-hold. Advanced tool monitoring systems overcome unforeseeable events during metal cutting operations and thus protect both machine and workpiece. Structure-borne noise measurement, force measurement close to the tool and innovative sensors safeguard the production of a wide spectrum of components.

Dr.-Ing. Klaus Nordmann ist Geschäftsführer bei Nordmann in Hürth; dr.nordmann@nordmann-online.de



7 Werkzeugüberwachungssystem Tool Monitor: Werkzeugüberwachungssystem für Wirkleistungs-, Kraft- und Körperschallmessung; hier im Schalttafelgehäuse