

# Werkzeugüberwachung in CNC-Drehmaschinen und Mehrspindel-Drehautomaten

*Die Werkzeugüberwachung in CNC-Drehmaschinen und Mehrspindel-Drehautomaten stellt teilweise völlig unterschiedliche Anforderungen an die Sensorik. Während in CNC-Drehmaschinen die Wirkleistung gemessen werden kann, müssen in kurvengesteuerten Mehrspindel-Drehautomaten Werkzeugkräfte kontrolliert werden. Dieser Beitrag stellt die Messmöglichkeiten zur Werkzeugüberwachung und auch zur Werkstückmaßkontrolle vor. Denn nur wenn beides sichergestellt ist, kann eine Maschine wirklich unbeaufsichtigt laufen.*

Wünschenswert ist grundsätzlich die prozessbegleitende Erkennung von Werkzeugverschleiß und -bruch. Hierzu stehen für alle Arten spanender Werkzeugmaschinen Sensoren zur Kraft-Wirkleistungs- und Körperschallmessung zur Verfügung.

Die meisten der heute erhältlichen Werkzeugmaschinen sind "offene" Systeme, d. h. man erhält einen Zugriff auf die Wirkleistungs-, Drehmoment- oder Stromwerte der Spindel- und Vorschubantriebe, ohne zusätzliche Sensoren einbauen zu müssen. Die Antriebsdaten werden zumeist über den Profibus abgegriffen. Hiermit lassen sich gute

Ergebnisse erzielen. Die Messkurven werden auf dem NC-Bedienfeld (Bild 1) oder auf einem eigenen Flachdisplay mit Touchscreen und Tastatur angezeigt.

## Unterstützung durch Körperschallsensoren für Kleinstwerkzeuge

Bei kleinsten Drehstählen, Fräsern oder Bohrern mit Durchmesser beispielsweise unter 1,5 oder 2 mm versagt diese Methode allerdings. Auch in kurvengesteuerten Mehrspindeldrehautomaten sind keine Antriebsgrößen von der Steuerung abgreifbar. Dann sind zusätzliche

Sensoren erforderlich, wie etwa die Körperschallmessung unmittelbar am Werkzeug über einen Kühlschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter. Bild 2 zeigt dies am Beispiel eines Innendrehmeißels in einem Mehrspindel-Drehautomaten. Mit diesem patentierten Sensor können selbst kleinste Ausbrüche, oder in Mehrspindelbohrköpfen der Bruch einzelner Bohrer erkannt werden. Unglaublich dünne Bohrer mit nur 0,1 mm Durchmesser werden hiermit kontrolliert. Aber auch beim Schleifen und Abrichten hat sich dieser Sensor zur Luftschnittverkürzung und Abrichtprozessüberwachung längst bewährt.



Bild 1: Anzeige der Messkurven auf dem NC-Bedienfeld

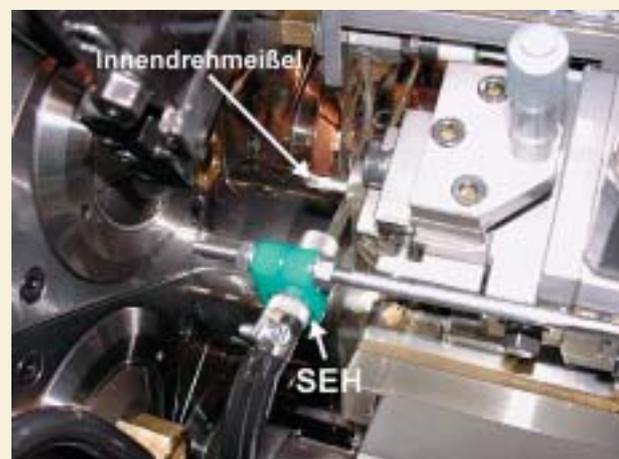


Bild 2: Körperschallaufnahme über einen Kühlschmierstoffstrahl unmittelbar vom Werkzeug in einen Mehrspindel-Drehautomaten

Oft können die Körperschallsignale auch mit einem auf den Revolverkasten oder Linear Schlitten (CNC-Drehmaschine) oder auf den Werkzeughalter (Mehrspindel-Drehautomat) geschraubten Körperschallaufnehmer gemessen werden. Falls es sich um angetriebene Bohrer handelt, sollte entweder der Körperschall werkstückseitig vom Werkstückspindelgehäuse aufgenommen werden, oder alternativ zur Schallaufnahme über den Kühlschmierstoffstrahl direkt vom Werkstück oder dessen Spannfutter, allerdings über ein Federstahlelement als Schallwellenleiter. Dieses patentierte Verfahren bietet sich auch bei der Trockenbearbeitung an.

### Kraftsensor für Kulissenhebel in Mehrspindlern

In Mehrspindel-Drehautomaten können Werkzeugkräfte über eine Messung der Oberflächendehnung infolge der elastischen Biegung der Kulissenhebel erfasst werden (Bild 3). Der dafür erforderliche Dehnungsaufnehmer ist mit einer einzigen Schraube auf dem Ku-



Bild 3: Dehnungsaufnehmer auf einem Kulissenhebel eines Mehrspindel-Drehautomaten

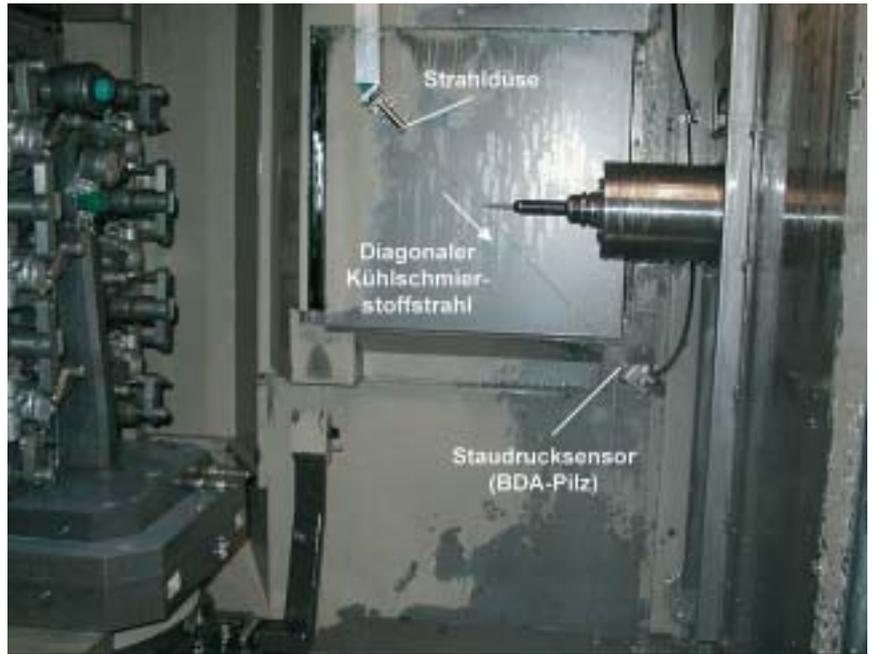


Bild 4: Die Staustrahlschranke kontrolliert Werkzeuge auf dem Weg zum Magazin mit einem dünnen Kühlschmierstoffstrahl

lissenhebel zu befestigen. Eine Vorbereitung der Oberfläche des Kulissenhebels ist, abgesehen von der M5-Gewindebohrung, nicht erforderlich.

### Häufigste Anwendung: Wirkleistungsmessung

In allen spanenden Werkzeugmaschinen werden Wirkleistungs-

messgeräte eingesetzt, wenn entweder überhaupt keine NC bzw. keine NC mit Zugriff auf interne Antriebsdaten vorhanden ist. Die bei Kleinwerkzeugen gewählte dreiphasige Leistungsmessung erkennt in der Regel selbst Bohrer mit Durchmessern unterhalb von 2 mm. In einfacheren Fällen kann auch einphasig und damit preiswerter gemessen werden.

### Werkzeuglängenkontrolle mit Strahlschranken aus Kühlschmierstoff- oder Pressluft

Seltener in CNC-Drehmaschinen, aber recht häufig in Bearbeitungszentren werden Laserlichtschranken montiert.

Sie sind recht präzise bzgl. der Erkennung einer Bohrerverkürzung um 1/100 mm, haben allerdings das Problem, das Abfließen des Kühlschmierstoffs vom Bohrer oder von anderen Maschinenteilen abwarten zu müssen.

Diese Einschränkung besteht kaum bei den neuen Staustrahlschranken, die einen Bohrer über



Bild 5: Der Hydrodistanzsensor kontrolliert das Vorhandensein der Werkzeugspitze über einen Emulsionsstrahl als Tastmedium

einen dünnen Kühlschmierstoff- oder Pressluftstrahl auf Vorhandensein prüfen (Bild 4). Sie blasen den ablaufenden Kühlschmierstoff einfach weg. Mit einem 2 mm dünnen Kühlschmierstoffstrahl können Distanzen von 1 bis 2 m überbrückt werden (Bild 5).

Die für eine Laserkontrolle in "nassen" Maschinen übliche Prüfzeit von 2 bis 4 s kann auf 0,5 - 1 s verkürzt werden.

Das ist u. a. der flexibleren Positioniermöglichkeit der Strahldüse und Strahlausrichtung nah am Werkstück zu verdanken, da die Strahldüse nicht wie ein Laser geschützt angebracht werden muss.

Trocken arbeiten die Luftstrahlschranken, welche mit einem äußerst feinen und kurzen Pressluftstrahl Kleinstbohrer ab 0,2 mm Durchmesser außerhalb der Bohrung auf Vorhandensein ihrer Spitze kontrollieren. Dies findet Anwendung in CNC-Drehmaschinen, Bearbeitungszentren, Rundtaktautomaten und Mehrspindel-Drehautomaten.

### Abstandsmessung über einen Emulsionsstrahl

Nass wiederum arbeitet der im letzten Jahr von Nordmann entwickelte Hydrodistanzsensor, der millimetergenau die Länge eines Emulsionsstrahls bis zum Auftreffpunkt bestimmen kann.

Damit lassen sich nicht nur Kleinstbohrer ab 0,1 mm Durchmesser auf Bruch, sondern auch Werkstücke auf ordnungsgemäße Position oder unrunder Lauf kontrollieren (Bild 5).

### Werkstücklängenkontrolle in Mehrspindlern

In Mehrspindel-Drehautomaten besteht häufig das Problem zu kurzer Werkstücke. Diese Aufgabe wird gelöst entweder mit einem Kraft- oder Körperschallsensor für den Plandreher, der mit einer Mindestgrenze einen ausreichenden Materialabtrag prüft, oder mit einem pilzförmigen Taster zwischen zwei Lagen (Bild 6).

An diesem Taster rutschen die Werkstücke vorbei und lenken ihn hierbei minimal aus.

Falls er nicht ausreichend ausgelenkt wird, erfolgt die Meldung "Teil zu kurz" und das betreffende Werkstück wird über eine Ausschussweichenansteuerung aussortiert.

Ab einer bestimmten Zahl zu kurzer Teile wird die Maschine stillgesetzt.



Bild 6: Werkstücklängenkontrolle im Mehrspindel mit einem Fühler zwischen zwei Lagen, an dem die Werkstücke vorbeistreifen

### Verschiedene Auswertemethoden bzgl. Verschleißentwicklung und Bruch

Die verschiedenen Sensoren erfordern ausgeklügelte, aber in ihrer Anwendung nicht zu komplizierte und für den Anwender nachvollziehbare Überwachungsstrategien.

Bewährt hat sich hierbei die Hüllkurventechnik, die in einfachen Fällen durch geradlinige Grenzwerte ersetzt werden kann. Die Grenzwerte kontrollieren entweder die statische Höhe der Messkurve, deren Mittelwert oder dynamische Signalanteile. Die Grenzen können nach dem Einlernen graphisch optimiert oder ständig selbstlernend angepasst werden, wenn verschleißbedingte Veränderungen im Sinne einer optimalen Brucherkenntnis bewusst kompensiert werden sollen.

Die Anzeige der Messkurven und Grenzwerte erfolgt entweder auf dem NC-Bedienfeld, oder auf einem gesonderten Display mit Touchscreen zur graphischen Hüllkurvenbearbeitung (Bild 6).

### Intelligente Werkzeuge schließen die letzte Überwachungslücke

Nur unbefriedigend gelöst war bisher die Überwachung von Werkzeugen, die Werkstücke mit starken Schwankungen der Schnitttiefe oder Härte zerspanen. Auch bereitet es manchmal bei Formdrehmeißeln oder Kombiwerkzeugen Schwierigkeiten, bestimmte Schneidenbereiche auf Verschleiß zu überwachen. Ein weiteres Überwachungsproblem besteht bei der Fertigung von Einzelteilen. Für diese Fälle wird z. Z. im Rahmen eines vom BMBF geförderten Gemeinschaftsprojektes unter der industriellen Projektleitung von Nordmann die Entwicklung intelligenter Werkzeugschneiden gefördert, die mit Hilfe von Dünnschichtsensoren an der Freifläche die Verschleißmarkenbreite kontrollieren.

Damit würde das Einlernen oder Einstellen von Grenzwerten oder Signalmustern an der Maschine entfallen, die Grenzwerte werden vorher über die Beschichtung festgelegt.



Bild 8: Dr.-Ing. Klaus Nordmann, Geschäftsführer der Nordmann GmbH & Co. KG

### Maschinen- und Betriebsdatenerfassung

Eine weitere recht nützliche Eigenschaft ist die per Softwarefreischaltung nutzbare integrierte Maschinen- und Betriebsdatenerfassung. Damit kann von einem zentralen PC der Betriebszustand (läuft/steht/Stillstandsgrund) der angeschlossenen Werkzeugmaschinen oder die bereits gefertigten Stückzahlen betrachtet werden.

Die Tool Monitore der einzelnen Maschinen müssen hierzu über eine Busleitung vernetzt und mit einem PC verbunden werden, dessen Daten dann über Ethernet vom Büro-PC einsehbar werden.

### Weitere Messmöglichkeiten

Nicht alle Sensoren und Messmöglichkeiten konnten in diesem Beitrag beschrieben werden. So gibt es noch einige berührungslose Körperschallsensoren für das Schleifen und Abrichten oder Methoden zur Kontrolle der relevanten Werkstückmaße in Drehmaschinen.

Weitere Informationen unter: [www.nordmann.info](http://www.nordmann.info)



Bild 7: Firmengebäude der Nordmann GmbH & Co. KG in Hürth bei Köln