

# Messtechnische Lösungen für die Werkzeugüberwachung in Drehmaschinen

*Dieser Beitrag stellt verschiedene Messmöglichkeiten vor, die in Mehrspindel-Drehautomaten und CNC-Drehmaschinen zur Erkennung von Werkzeugverschleiß und -bruch angewendet werden. Das Werkzeugüberwachungssystem erledigt parallel die Werkstückmaßkontrolle, sowie optional die Maschinen- und Betriebsdatenerfassung. Der "Tool Monitor SEM-Modul" gehört inzwischen zur Standardausstattung der Werkzeugmaschinen vieler Drehteilehersteller. Bei einigen Automobilwerken und Zulieferern steht er im Pflichtenheft bei Maschinenbestellungen.*

Die produktivsten Drehmaschinen sind nach wie vor die mechanisch gesteuerten Mehrspindel-Drehautomaten. Sie werden zur Fertigung von Werkstücken eingesetzt, die in großen Stückzahlen produziert werden müssen.

In diesen Maschinen ist eine Werkzeugüberwachung besonders wichtig, da gebrochene Werkzeuge aufgrund der automatischen Stangenzufuhr lange unerkannt bleiben, oder zur Beschädigung der Werkzeuge an den Folge-

stationen führen können. Der Zeitbedarf für das Einlernen und Optimieren von Grenzwerten für Vorschubkräfte oder Körperschallwerte spielt keine Rolle in Relation zur Laufzeit der Werkstücklose.

Außerdem ist die neue graphische Korrekturmöglichkeit eingelernter Hüllkurvengrenzwerte mit Hilfe eines Zeichenstiftes (Touchpen) ein Kinderspiel (Bild 1), für das man keine Bedienungsanleitung mehr studieren muss.

## Kraftaufnehmer zur Vorschubkraftmessung

Kräfte werden in Mehrspindel-Drehautomaten normalerweise an den Kulissenhebeln gemessen, indem deren elastische Biegung über leicht anschraubbare "Kralen" erfasst werden (Bild 2). Das gilt beispielsweise für Maschinen von Schütte und Gildemeister. In Tornos-Mehrspindlern wird hingegen oft die Stauchung der die Vorschubbewegung übertragenden Stangen gemessen (Bild 3). Bohrer bis herab zu 2 - 3 mm Durchmesser können hiermit kontrolliert werden. Alternativ werden in hydraulischen Vorschubantrieben (z. B. Schütte PC) die Vorschubkräfte über Hydraulik-Differenzdruckaufnehmer gemessen. Falls die Kräfte der Werkzeuge zu klein sein sollten, hilft eine Körperschallaufnahme am Werkzeughalter, oder aber die Körperschallaufnahme unmittelbar vom

Bild 1:  
Tool  
Monitor  
mit  
Touchpen  
zur  
grafischen  
Korrektur  
von  
Hüllkurven

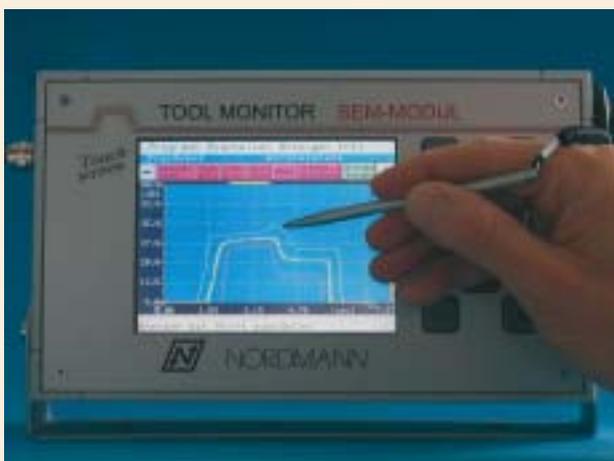


Bild 2: Kraftaufnehmer zur Vorschubkraftmessung über eine Messung der elastischen Verbiegung der Kulissenhebel

Werkzeug oder Werkstück über einen Kühlschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter, wie er in früheren Beiträgen schon vorgestellt wurde (z. B. Heft 2/2003, S. 75). In Einzelfällen werden die Werkzeuge auch über kleine Ölstrahlschranken kontrolliert, d. h. es wird die Unterbrechung eines dünnen Ölstrahls mit einem Drucksensor registriert.

Der Ölstrahl schießt hierbei aus der Bohrung einer Düse am Ende eines Röhrchens in die Bohrung eines anderen Röhrchens, an dem sich ein Druckaufnehmer befindet (Bild 4).

Der gemessene Druck wird von dem Tool Monitor kontrolliert, der auch die Vorschubkräfte oder/und den Körperschall der Werkzeuge misst (Bild 5).

Werkstücklänge und Werkstückdurchmesser werden in Mehrspindlern mit federnden Tastern zwischen zwei Stationen beim Weiterschwenken der Werkstückspindeln kontrolliert. Der Fühler nennt sich "Pilz" aufgrund seiner Form mit dem runden abgeflachten Kopf, an dem die Werkstücke vorbeigleiten. Der Pilzkopf federt bei der Berührung mit dem Werkstück leicht zurück entsprechend z. B. der Länge des Werkstückes. Der Grad der Einfederung wird mit Grenzwerten ausgewertet, so dass zu kurze oder zu lange Werkstücke über eine Ausschussweiche ausgeschleust werden. Überschreitet die Anzahl Ausschussteile einen zuvor eingestellten Wert, so wird die Maschine gestoppt.

### Maschinen- und Betriebsdatenerfassung inclusive

Der Tool Monitor registriert nebenbei, wie viele Werkstücke produziert werden und wann die Maschine läuft bzw. steht.

Eine Aufforderung zum Werkzeugwechsel kann bei Bedarf auch für jedes Werkzeug über

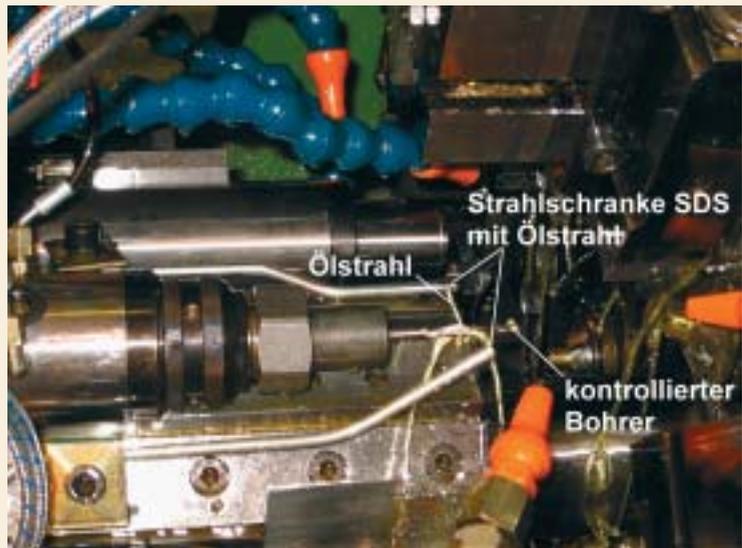
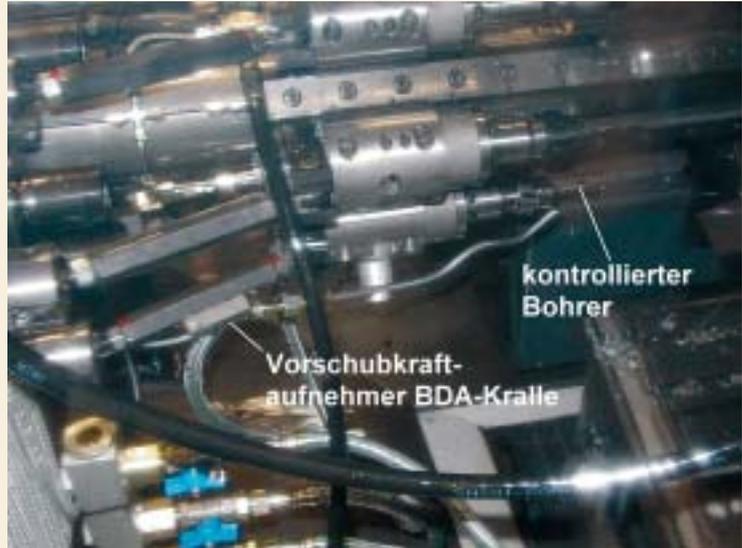


Bild 3 (oben): Messung der Vorschubkraft über die Stauchung der Vorschubstange

Bild 4 (mitte): Vorhandenseinskontrolle eines Bohrers über eine Ölstrahlschranke

Bild 5 (unten): Werkzeugüberwachung, Betriebs- und Maschinendatenerfassung am Schütze-Mehrspindler



Bild 6: Körperschallmessung am Revolverkasten einer Traub-Drehmaschine



Bild 7: Körperschallaufnahme zur Kontrolle der Reibahlen

die Anzahl produzierter Werkstücke erzeugt werden. Das macht aber nur Sinn, wenn sich der Verschleiß gleichmäßig entwickelt und die Standmenge nur geringe Streuungen aufweist. Andererseits können die Daten auch zur zentralen Maschinen- und Betriebsdatenerfassung genutzt werden, wenn der Tool Monitor (Bild 5) über eine CAN-Busleitung an einen mit der BDE/MDE-Software konfigurierten PC angeschlossen wird, der wiederum über Ethernet mit den Büro-PCs verbunden ist. Dann kann vom Büro aus beurteilt werden, wie weit die Fertigung der einzelnen Lose auf den Maschinen fortgeschritten ist, bzw. welche Maschine wie oft wegen Störungen stand, und welcher Art diese Störungen waren. Das System ist ebenso für CNC-Drehmaschinen, Bearbeitungszentren, Rundtaktautomaten, Schleifmaschinen etc. konzipiert. Im Folgenden soll jedoch nur die Überwachung von CNC-Drehmaschinen erläutert werden.

### Prozessbegleitende Kontrolle von CNC-Drehmaschinen

Hier misst man in der Regel die Wirkleistungsmesswerte pro

Antrieb über je 3 Stromsensoren oder sensorlos über den Profibus (z. B. Sinumerik 840D). Je nach installierter Spindel-leistung sind Bohrer bis herab zu Durchmessern zwischen 1 und 3 mm überwachbar, wenn alle 3 Phasen der Drehstrommotoren der Hauptspindel und Werkzeug-antriebe kontrolliert werden. Kleinere Werkzeuge oder feine Schlichtdrehoperationen werden mit alternativen Methoden überwacht:

- Körperschallaufnahme über einen Kühlschmierstoffstrahl als

Schallwellenleiter mit dem sog. "Schall-Emissions-Hydrophon"

- Körperschallaufnahme über einen am Revolverkasten oder Werkzeug befestigten Körperschallaufnehmer (Bild 6 und 7)
- Körperschallaufnahme über einen Schallwellenleiter aus Federstahl von der Hauptspindel (Bild 8)
- Kraftaufnehmer unter dem Revolverkasten oder Werkzeug-träger bzw. Dehnungsaufnehmer auf dem Revolverkasten

Die genannten Methoden arbeiten alle zeitparallel (prozessbeglei-



Bild 8: Der Schallwellenleiter aus Federstahl fühlt an der Hauptspindel

tend) zur Zerspanung und schützen Werkstück und Maschine vor Beschädigung. Außerdem ermöglichen sie oft die Erkennung von Verschleiß oder auch kleinster Ausbrüche.

Beim Hartdrehen entstehen teilweise Ausbrüche von nur wenigen Mikrometern, die erkannt werden müssen. Hierzu eignen sich am besten piezoelektrische Kraftsensoren unter dem Toolblock (Linearschlitten) oder Revolverkasten.

### Postprozess-Werkzeugkontrolle ohne Zeitbedarf

Manchmal ist es aber durchaus ausreichend, ein Werkzeug postprozess lediglich auf seine Länge zu prüfen.

Hierzu stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, die jeweils aufgabenspezifisch ausgewählt werden:

- Hydrodistanzsensor HDS (Abstandsmessung über die Kühlschmierstoffemulsion (Bild 9))
- Strahlschranke mit Pressluft (Bild 10) oder mit Kühlschmierstoff

Der Vorteil der beiden genannten neuen Verfahren ist die Verschleißfreiheit (im Vergleich zu Schwenkdrahttastern) und ihr sehr geringer Zeitbedarf zur Prüfung. So ist beispielsweise eine Kontrolle während des üblichen Weiterdrehens der Revolverzscheibe möglich. Dann wird überhaupt keine zusätzliche Zeit zur Kontrolle der Bohrer und Reibahlen benötigt.

Als neueste Entwicklung werden Werkzeuglängen über einen Laserstrahl überprüft, allerdings nicht mit dem Lichtschrankenprinzip oder Laser-Triangulationsensoren, sondern über die Laufzeit des vom Werkzeug zurückgestreuten Laserlichtpunktes (Laserdistanzsensor LDS-2). Er kann selbst über Distanzen von



Bild 9: Vorhandenseinskontrolle eines Bohrers über einen Emulsionsstrahl als Taster

mehreren Metern messen, was weniger in Drehmaschinen, als in größeren Bearbeitungszentren von Bedeutung ist.

Wenn postprozess bestimmte Maße der Werkstücke kontrolliert werden müssen, so stehen pneumatisch ausfahrbare Messtaster zur Verfügung, deren Werte ebenso vom Tool Monitor mit

Grenzwerten auf Einhaltung der Maßtoleranzen kontrolliert werden.

Es handelt sich also um ein abgerundetes System, das viele messtechnische Aufgaben zur Kontrolle der spanenden Fertigung vereint.

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

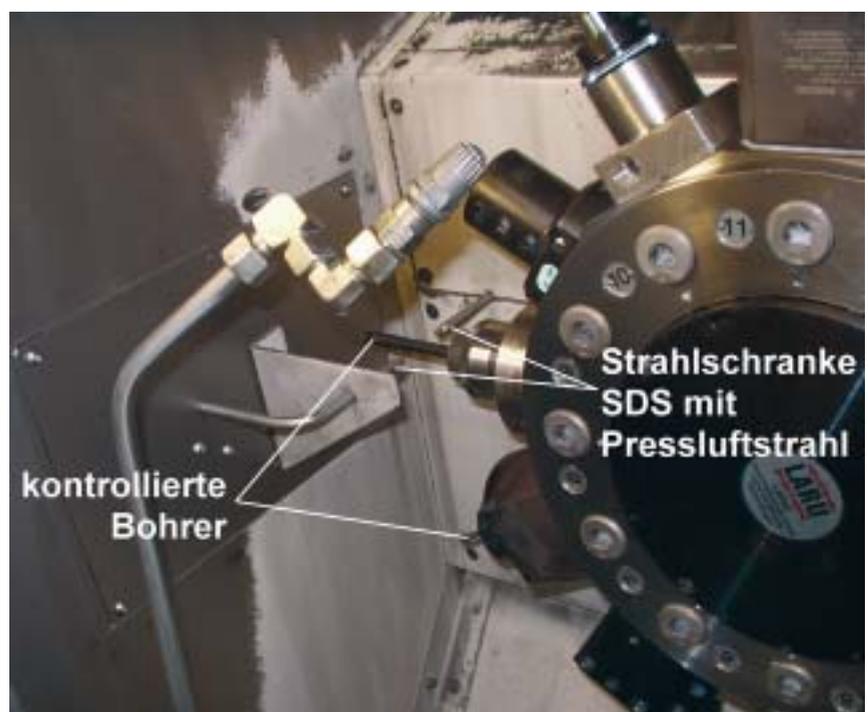


Bild 10: Vorhandenseinskontrolle der Bohrer über einen Pressluftstrahl mit Staudrucksensor (Werkbilder: Nordmann GmbH & Co. KG, Hürth)