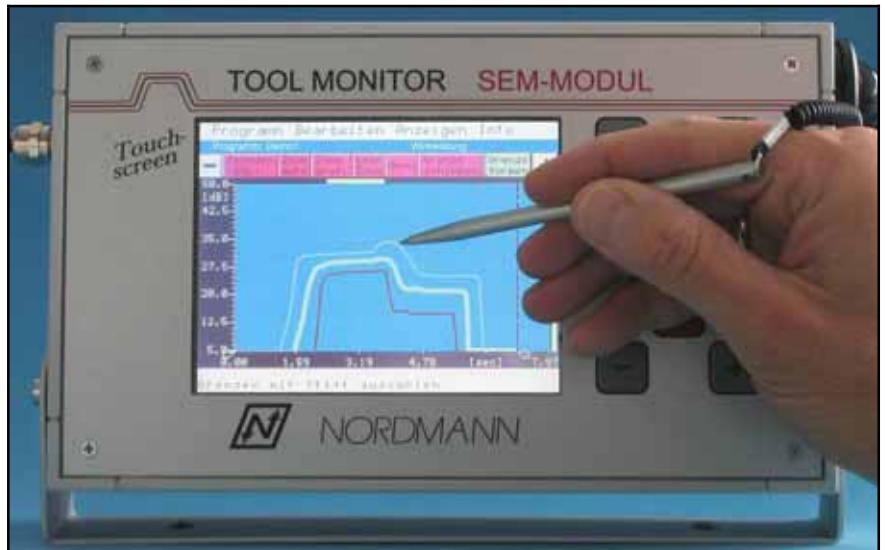


# Kontrolltechniken sinnvoll kombinieren

Werkzeugüberwachung ist ein schwieriges Betätigungsfeld: Der >Tool Monitor< ist ein Messgerät, das hohe Erkennungssicherheit bei Werkzeugbrüchen bieten soll, das aber auch sehr einfach bedienbar sein muss. Diesen Spagat gilt es zu meistern, wobei schon die Auswahl der Messmethode der wichtigste Schritt zu leichter



1 Standardausstattung: Touchscreen mit Touchpen zur grafischen Korrektur von Grenzwerten und Hüllkurven

Bedienung ist. Hierbei ist bei einem weiten Werkzeugspektrum in CNC-Drehmaschinen oder Bearbeitungszentren teilweise die Kombination verschiedener Kontrolltechniken erforderlich, beispielsweise die gemeinsame Anwendung der Wirkleistungsmessung mit einem neuen Laserdistanzsensor.

KLAUS NORDMANN

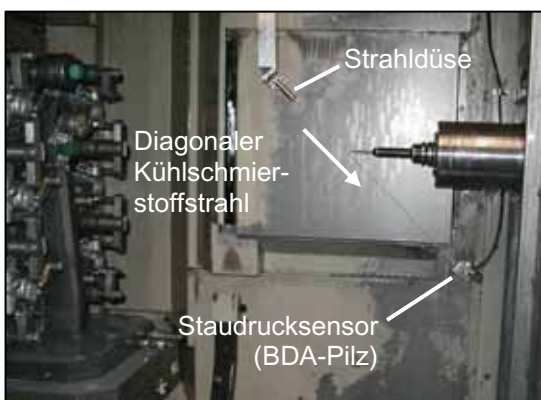
■ Werkzeugbruch kann einerseits >prozessbegleitend< unmittelbar während der Zerspaltung durch die Messung von Kräften, Wirkleistung, Strom, Drehmoment oder Körperschall erkannt werden oder auch >postprozess<, erst nachdem das Werkzeug die Werkstückbearbeitung be-

endet hat. Beides hat bekanntermaßen seine Vor- und Nachteile.

Mit welcher Messmethode ein Werkzeug nun auf Bruch und gegebenenfalls auch Verschleiß kontrolliert wird, hängt einerseits von seiner Größe ab, andererseits befindet. Das heißt, der Werkzeugmaschinentyp entscheidet mit, ob beispielsweise eine prozessbegleitende Messmethode einer postprozess kontrollierenden Methode vorzuziehen ist. Hinzuzuziehen ist auch die Frage, ob im Fall einer postprozess erfolgenden Kontrolle noch genügend Nebenzeit vorhanden ist oder ob eine Engpassmaschine besser prozessbegleitend, das heißt quasi ohne zusätzlichen Zeitbedarf, kontrolliert wird. Optimal wäre es natürlich,

wenn beides möglich ist, um die beste Lösung hinsichtlich Bedienerfreundlichkeit, Erkennungssicherheit und Preis zu erzielen. Nordmann bietet hierzu ein Sensorprogramm, das für verschiedene Maschinentypen in der Tabelle auf Seite 62 dargestellt ist. Wenn in diesem Beitrag auch nicht jede Komponente dieser Tabelle erläutert wird, so soll sie doch veranschaulichen, dass es verschiedenste Möglichkeiten gibt.

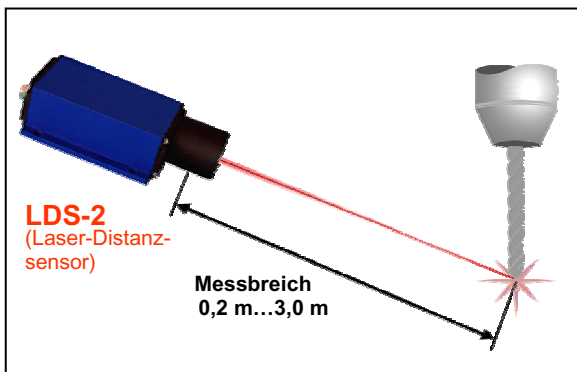
Die >prozessbegleitenden Messverfahren< basieren in der Regel auf dem Einlernen von oberen und unteren Grenzwerten, die geradlinig oder kurvenförmig sind. Die Messwerte von Wirkleistung, Drehmoment, Kraft oder Körperschall müssen zwischen diesen Grenzen verlaufen, sonst wird die Maschine gestoppt. Dieser Messmethode hängt aus der Vergangenheit der Mängel der schwierigen Bedienbarkeit an. Das liegt nicht unwesentlich am Schichtbetrieb und dem damit



2 Bohrerbruchkontrolle per Kühlschmierstoffstrahlschranke

►► verbundenen Wechsel der Maschinenbediener, die sich nicht >mal eben< mit dem Tool Monitor vertraut machen können. Es wurden Anstrengungen unternommen, um ein möglichst einfach zu bedienendes System zu entwickeln. Ein wesentlicher Schritt in diese Richtung ist die grafische Einstellmöglichkeit der Grenzwerte mit einem Touchpen (Bild 1).

Die Grenzwert-Hüllkurven oder wahlweise auch die geradlinigen Grenzen werden zwar zuvor während der spanenden Bearbeitung eines Werkstücks eingelernt, können aber anschließend bei Prozessänderungen oder nach einem falschen Alarm noch einmal >manuell< per Touchpen grafisch angepasst werden. So kann man den Abstand zwischen Messkurve und Grenzwerten



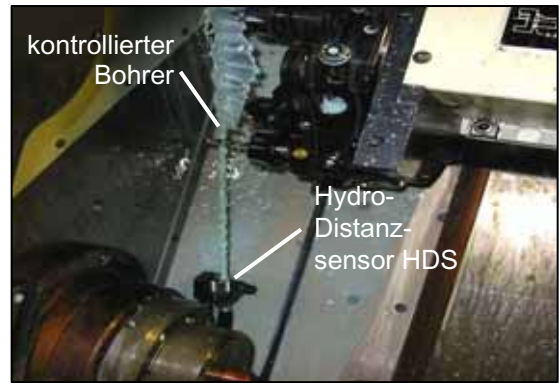
**3** Laser-Distanzsensor LDS zur Längenkontrolle des Werkzeugs

optimieren, um punktuell falsche Alarme auszuschließen, ohne das System insgesamt unempfindlich zu stellen. Auch wenn ein relatives Optimum mit dieser Bedienphilosophie gefunden zu sein scheint, kann diese notwendige >Arbeit< mit dem Tool Monitor auf die Werkzeuge beschränkt werden, die prozessbegleitend überwacht werden müssen.

Auch andere Werkzeuge, die kaum einen Schaden am Werkstück anrichten, selbst komplett brechen dürfen und preisgünstig sind, dürfen postprozess kontrolliert werden. Gelegentlich ist die Kontrolle kleiner Werkzeuge auch nur postprozess möglich, wenn die prozessbegleitend gewonnenen Messwerte (Wirkleistung, Kraft oder Körperschall) zu schwach sind oder deren Sensor in der speziellen Arbeitsraumsituation nicht montiert werden kann.

### Messen mit >Dreck<

Bohrer mit Durchmesser 1 mm sind in Bearbeitungszentren mit einer Wirkleistungsmessung in der Regel nicht überwachbar und erfordern eine zusätzliche Kontrollmethode. Dieses Werkzeug wäre bei einer Körperschallaufnahme über einen Kühlschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter (Sensor SEH, Tabelle) zwar prozessbegleitend kontrollierbar, einbautechnisch ist dies allerdings manchmal erschwert. Da der Bruch eines so kleinen Bohrers keinen besonderen Schaden anrichten kann, ist die Kontrolle nach der Zerspanung ebenso geeignet, falls sie nicht allzu viel Zeit kostet. Es bieten sich hierzu die bekannten Laserlichtschranken an,



**4** Hydro-Distanzsensor HDS zur Bruchkontrolle von Bohrern

die teilweise aber durch Kühlschmierstoff gestört werden. Eine clevere Idee der Nordmann-Techniker war es nun, den für eine Laserlichtschranke als >Dreck< empfundenen Kühlschmierstoff selbst als Strahlmedium beziehungsweise >Fühler< zu nehmen: Eine Strahlkanone schießt hierzu einen 2mm dünnen Strahl durch die Maschine in Richtung Werkzeug. Befindet sich nun ein 1-mm-Bohrer in der Flugbahn des Strahls, wird dieser abgelenkt beziehungsweise aufgeteilt und trifft dann nicht mehr mit der üblichen Härte auf einen in Flugrichtung befestigten Staudruck- oder Aufprallsensor (Bild 2).

### Laser-Distanzsensor mit großem Messbereich für BAZ

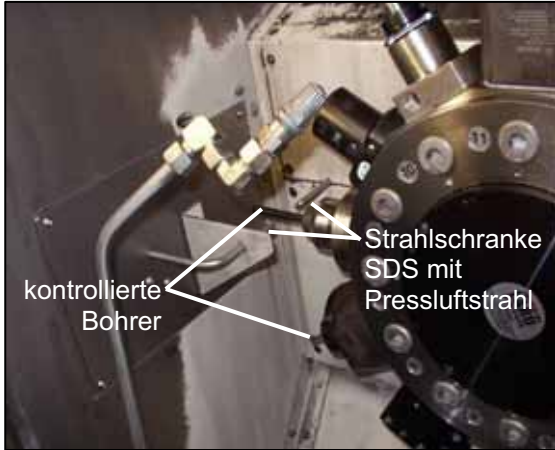
Die Strahlkanone ist natürlich nicht geeignet für Bearbeitungszentren mit Trockenzerspanung. In solchen Maschinen ist wegen des fehlenden Kühlmittelschalls ein Laser einsetzbar. Alternativ zur bekannten Laserlichtschranke bietet Nordmann hierfür einen Laser-Distanzsensor an, der über eine Abstandsmessung zur Werkzeugspitze deren Vorhandensein überprüft (Bild 3). ►►

►► Als ein Vorteil gegenüber der Lichtschanke wird die nur auf einer Seite des Werkzeugs erforderliche Montage gesehen. Es entfällt also die Anbringung des normalerweise hinter dem Werkzeug angeordneten Laserlichtempfängers. Das

- Durchmesserkontrolle beim Drehen von Walzen (auch zur Drehmeißelbruchkontrolle).

**Onlinekontrolle von Wälzlagerschäden und Unwucht**

<b>i</b>	<b>HERSTELLER</b>
<p><b>Nordmann GmbH &amp; Co. KG,</b>                  50354 Hürth                  Tel. 0 22 33 / 96 88-0                  www.nordmann.info                  AMB 6.0./246</p>	



**5** SDS-Strahlschranke, hier betrieben mit Pressluft statt Kühlschmierstoff als Strahlmedium

Ob Nass- oder Trockenzer-spannung, ein Problem beschäftigt jeden Instandhalter: der rechtzeitige Wechsel von Spindellagerungen.

Dafür kann die Unwucht eines Werkzeugs oder ein sich anbahnender Wälzlagerschaden vom Tool Monitor erkannt werden, indem die interessierenden spektralen Anteile der am Spindelgehäuse aufgenommenen Beschleunigungswerte (Sensor SNF-SEA) nach deren schmalbandiger digitaler Filterung vom Tool Monitor mit einer Trendanzeige und Grenz-

**Kontrolle in CNC-Drehmaschinen mit kombinierten Messverfahren**

In CNC-Drehmaschinen sieht die Situation im Hinblick auf sinnvolle Kombination verschiedener Messverfahren ähnlich aus: Eine Ergänzung der Wirkleistungs-, Körperschall- oder Kraftmessung erfolgt hier durch den so genannten Hydrodistanzsensor >HDS<, der wiederum über einen Kühlschmierstoffstrahl den Abstand zum Werkzeug kontrolliert (Bild 4). Ist

Besondere des neuen Laser-Distanzsensors ist die auf einer Laserlaufzeitmessung basierende Entfernungsmessung, sie erlaubt Messdistanzen von mehreren Metern. Trifft der Strahl streifend auf die Werkzeugspitze, können geringste Werkzeugverkürzungen festgestellt werden.

Das Messprinzip ist ebenso einsetzbar für beispielsweise die folgenden Anwendungen:

- Werkstückpositionskontrolle/Vorhandenseinskontrolle,
- Kontrolle von Spannpratzen auf ordnungsgemäße Spannposition,

die zu prüfende Bohrer Spitze abgebrochen, findet keine Berührung zwischen dem Messstrahl und dem Bohrer statt, der Strahl fliegt dadurch weiter. Das wiederum erkennt elektronisch der Sensor HDS, aus dem der Strahl austritt.

Die Domäne dieses Sensors liegt in der Bohrerbruchererkennung, was ohne einen Nebenzeitverlust beispielsweise beim Durchtackten der Revolverscheibe erfolgen kann.

**Strahlschranke prüft Bohrer mit hartem Luftstrahl**

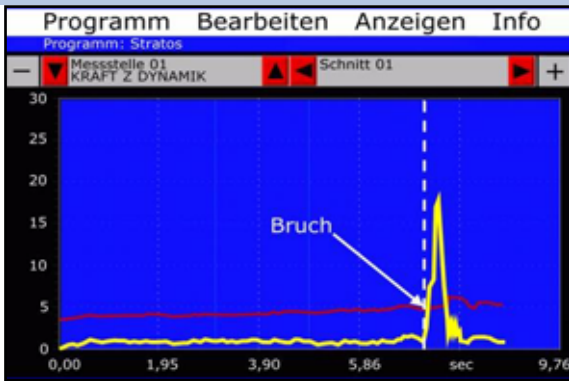
Alternativ kann die Bohrerbruchkontrolle auch über eine Pressluftstrahlschranke (SDS-Gabelschranke Typ U oder C) erfolgen. Hierbei ist es gleichgültig, ob der Bohrer im Luftstrahl verharrt oder während des normalen Drehens der Revolverscheibe durch den Strahl schwenkt (Bild 5). Bei geschickter Anordnung und der Prüfung nur einzelner Werkzeuge wird keine Nebenzeit verschenkt.

Kleinste Ausbrüche an Wendeschneidplatten sind auf diese Weise natürlich nicht erkennbar. In der Regel ist hierfür



SENSORPROGRAMM FÜR VERSCHIEDENE WERKZEUGMASCHINEN							
	Prozessbegleitende Messverfahren					Postprozess	
	Wirkleistung	Drehmoment	Kraft	Körperschall (berührend)	Körperschall (berührungslos)	Strahlschranken mittels KSS, Pressluft oder Laser	Distanzmessung mittels KSS oder Laser
CNC-Drehmaschinen	WLM-3 oder sensorlos über Profibus	sensorlos über Profibus	3D-KMS	SEA-Mini, SEA-Feder	SEH	SDS-Gabel Typ U, SDS-Gabel Typ C	HDS, LDS-2
Mehrspindel-Drehautomaten	WLM-3 oder sensorlos über Profibus	BDA-Kralle oder sensorlos mit Profibus	BDA-Q, BDA-Kralle, BDA-Pilz	SEA-Mini	SEH	SDS-Gabel Typ U, SDS-Gabel Typ C	nicht erforderlich
Bearbeitungszentren	WLM-3 oder sensorlos über Profibus	sensorlos über Profibus	nicht erforderlich	SEA-Mini, SEA-Feder, SNF-SEA	SEH	SDS-Kanone, LS-S/-E	HDS, LDS-2
Rundtaktautomaten Transferstraßen	WLM-3 oder sensorlos über Profibus	DMA oder sensorlos über Profibus	BDA-L-Mini	SEA-Feder	SEH, BSA	SDS-Gabel Typ U, SDS-Gabel Typ C	HDS, LDS-2
Schleifmaschinen	WLM-3 oder sensorlos über Profibus	nicht erforderlich	BDA-L-Mini	SEA-Mini	SEH, BSA, RSA	nicht erforderlich	nicht erforderlich

Messverfahren von Nordmann für die großen Gruppen spanender Werkzeugmaschinen, gegliedert nach prozessbegleitenden und Postprozess-Verfahren



**6** Dynamischer Anteil der Passivkraft im Augenblick des Ausbruchs.  
Verwendeter Sensor: Piezoelektrischer Kraftaufnehmer 3D-KMS

Weise kann in der Regel immer eine Lösung gefunden werden.

### Zusammenfassung

Die exemplarische Darstellung zum Teil neuer Messmöglichkeiten in Bearbeitungszen-tren, CNC-Drehmaschinen und Schleifmaschinen zeigt einen Teil der

vielfältigen Messwertaufnehmer , die für die Werkzeugüberwachung zur Verfügung stehen. Hinzu kommt die schon länger bekannte sensorlose Messung von Wirkleistung oder Drehmoment über den Profibus, über den verschiedenste digitale Antriebe ihre Messwerte zum Tool Monitor sen den können. Nicht zuletzt die grafische und intuitive Bedienung per Touchpen jedoch hat der Werkzeugüberwachung neue Impulse für die Akzeptanz beim Anwender gebracht.

**Dr.-Ing. Klaus Nordmann ist Geschäftsführer und Entwicklungsleiter bei Nordmann in Hürth; klaus.nordmann@nordmann-online.de**

▶▶ schon die Wirkleistungs- oder Körperschallmessung geeignet

Ein Sonderfall ist allerdings das Drehen gehärteter Werkstücke. Dabei treten Brüche im Mikrometerbereich auf. Aus diesem Grund sollte ein Kraftsensor montiert werden, der möglichst mehrere Krafrichtungen erfasst. Die Messung in Bild 6 wurde erzeugt von einem Mikroausbruch beim Hartdrehen, der eine Stufe von nur  $3,5\mu\text{m}$  beziehungsweise  $7\mu\text{m}$ , bezogen auf den Werkstückdurchmesser im Werkstück, hinterließ. Mit dieser Messmethode laufen einige Systeme erfolgreich bei Automobilherstellern.

### Prozessbegleitende Kontrolle beim Schleifen und Abrichten

Nach dem Hartdrehen folgt in vielen Fällen dann doch noch eine Feinbearbeitung durch Schleifen. Neue Kombinationsmaschinen vereinen das Drehen und Schleifen in einer Aufspannung. Bei solchen Maschinen ist neben der Kontakt-erkennung zwischen Schleifscheibe und Werkstück auch der Kontrolle der Abrichtzustellung per Körperschall Bedeutung beizumessen. Während stehende Abrichter relativ einfach mit einem an der Abrichtpinole montierten Körperschallsensor vom Typ SEA-Mini auf ihre Abrichtzustellung hin überwacht werden können, erfordert die Schallaufnahme von rotierenden Abrichtrollen schon wesentlich gründlichere Überlegungen hinsichtlich der Auswahl eines geeigneten Sensors. Zu diesem Zweck stehen die folgenden drei Messprinzipien zur Verfügung: SEH, RSA (induktiv) und BSA (eine elektromagnetische Körperschallmessung). Auf diese