

Werkzeugüberwachung ■ Mehrstationenfertigung ■ leichte Bedienbarkeit

## ›Big Brother‹ für die Wirkstelle

Beim Zerspanen sind immer mehr Parameter immer genauer und zuverlässiger zu überwachen, und das kostengünstig an möglichst vielen Bearbeitungsstationen. Nordmann und der Maschinenbauer Sala haben diesen Spagat geschafft – mit einem neuen Tool Monitor.

von Klaus Nordmann

**1** Lineartransfermaschine des italienischen Herstellers Sala, ausgestattet mit einem Nordmann-Werkzeugüberwachungssystem SEM-Module mit Visualisierung auf dem Bedienfeld der Maschinensteuerung [© Nordmann]



**W**erkzeugüberwachungssysteme sind die Alarmanlage des Zerspanungsprozesses. Sie werten die Wirkleistungsdaten der Werkzeug- oder Werkstückantriebe oder die bei der Zerspanung sowie beim Schneidenbruch entstehenden Kräfte und Geräusche der Werkzeuge aus und stoppen bei Verletzung von Grenzwerten die Werkzeugmaschine. So kurz und einfach sich dieser Wirkzusammenhang beschreiben lässt, so anspruchsvoll ist seine Umsetzung in die Praxis, erfordert diese doch eine relativ weit entwickelte Technik. Schließ-

lich ist hier der Spagat zwischen der anspruchsvollen Messwertverarbeitung und der – bitte schön! – einfachen Bedienung zu bewältigen.

### Tool Monitor in neuester Version ermöglicht erweiterte Überwachung

Es gibt heute CNC-Steuerungen, die selbst schon eine gewisse Werkzeugüberwachung enthalten, ohne dass ein zusätzlicher Tool Monitor erforderlich ist. In diesen Fällen werden die Wirkleistungsmesswerte direkt in der Steuerung als interne Antriebsdaten ausgewertet. Die

Kontrolle erfolgt meist über obere Grenzen (Maximalwerte), die nicht überschritten werden dürfen. Manchmal überwacht man auch mit Mindestwerten, die von der Zerspanleistung des Werkzeugs zu überschreiten sind; bleibt sie darunter, wird ein ›Werkzeug-fehlt‹-Alarm ausgelöst.

Eine Kontrolle mit dem Mindestwert nur im Moment des Anschnitts oder eine entlang der Messkurve eines Stufenbohrers abgestufte obere Grenze ist mithilfe einer solchen steuerungsinternen Überwachung in der Regel nicht möglich. Ebenso gibt es Einschränkungen bei kleinen Boh-



**2** Zentraleinheit Tool Monitor SEM-Modul-e (vorn) mit Messkurvendarstellung und Bedienung an einem Touchscreen-Display (Mitte) oder alternativ auf dem Monitor der Maschinensteuerung (hinten) (© Nordmann)



**3** Das Wirkleistungsmessgerät WLM-3 – hier mit drei Stromsensoren – verbessert die Messwertqualität, indem es die Spannungen und Ströme der Drehstromantriebe misst, in die Wirkleistung umrechnet und an den Tool Monitor übermittelt (© Nordmann)

ern oder bei Fräsern bezüglich der Erkennung einzelner ausgebrochener Zähne. Wenn höhere Anforderungen an eine Werkzeugüberwachung gestellt werden, beispielsweise die Überwachung der Wirkleistung mit Hüllkurven zur Brucherkenung, empfehlen sich gesonderte Überwachungsgeräte, sogenannte Tool Monitore.

Der Überwachungsspezialist Nordmann in Hürth bei Köln und Pfäffikon nahe Zürich/Schweiz entwickelt Tool Monitore. Seit gut zwei Jahren ist beispielsweise die dritte Generation des Systems mit der Bezeichnung SEM-Modul-e auf dem Markt. Es ist die Weiterentwicklung des langjährigen und auch weiterhin

produzierten Modells SEM-Modul. Das »e« steht für »erweiterte Überwachung und Messkurvendarstellung« und gilt für bis zu 32 gleichzeitig überwachbare Bearbeitungsstationen. Deren Messkurven lassen sich parallel auf einem Touchscreen-Display darstellen oder auf dem Monitor der Maschinensteuerung. »»

4 Prinzip des Schall-Emissions-Hydrophons, das den Körperschall über den Kühlschmierstoffstrahl (weiß) direkt vom Werkzeug oder vom Werkstück (unten) aufnimmt. Die Bruchkontrolle sehr kleiner Bohrer ist damit möglich

(© Nordmann)



### Mehrere Tool Monitore bilden eine Zentraleinheit

Der Tool Monitor SEM-Modul-e hat zweifellos einen in Bezug auf die Funktionalität als ausgereift zu charakterisierenden Entwicklungsstand erreicht. Zu verdanken ist das in besonderem Maße der Zusammenarbeit mit der Firma Sala s.r.l., einem italienischen Hersteller von linearen Mehrspindel-Drehmaschinen und Lineartransfermaschinen zur Bearbeitung von Werkstücken, die per Greifer in das Futter der ersten Spindel eingelegt werden. Die in einer Reihe angeordneten Bearbeitungsstationen, in denen die Werkstücke und/oder die Werkzeuge rotieren, arbeiten zeitlich unabhängig voneinander.

Im Prinzip würde man bei diesem flexiblen Maschinentyp zur Verschleiß- und

Brucherkenntnis mehrere, zeitlich unabhängig voneinander arbeitende Tool Monitore benötigen. Nicht so mit dem neuen SEM-Modul-e, denn es vereint mehrere Tool Monitore in einer Zentraleinheit; die vier Bearbeitungsstationen der Maschinentypen T1-4 Linea und T2-2 Linea lassen sich somit parallel und zeitlich unabhängig voneinander prozessbegleitend kontrollieren.

Das Überwachen der Werkzeuge basiert bei diesem Tool Monitor wie bei seinen Vorgängern grundsätzlich auf einer Auswertung der Wirkleistung der Werkzeug- oder Werkstückspindeln. Die Wirkleistung wird in der Regel als interner Antriebswert per Profibus an das SEM-Modul-e übertragen. Bei Sala hat man sich allerdings für die Messung der Wirkleistung per Nordmann-Leistungsmessgerät WLM-3 entschieden, denn es bietet eine sehr hohe Genauigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit bei Werkzeugbruch – genauer und schneller, als interne Antriebsdaten es liefern könnten.

Für Sala war die Bedienbarkeit der Nordmann-Software sehr wichtig. »Die Bedienung des Tool Monitors ist sehr einfach«, berichtet Stefano Poli, Technischer Einkäufer bei Sala. »Intuitiv findet man sich ohne das Lesen einer Bedienungsanleitung in den Menüs zurecht. Das grafische Korrigieren einer Grenze geht am Touchscreen unserer Maschinensteuerung, auf dem auch die Messkurven dargestellt werden, sehr leicht. Mit dem Finger berührt man die Grenze und kann sie dann hoch- oder runterschieben.« Mit Drücken des Buttons »Grenze formen« könne man mit dem Zeigefinger auch nur Teilbereiche der Grenze verändern. Das sei wichtig, um bei einem falschen Alarm nicht die Grenze über die gesamte Bear-

beitungsdauer eines Werkzeuges höher einstellen zu müssen.

Für den Service in Italien ist das Nordmann-Zweigwerk im schweizerischen Pfäffikon verantwortlich. Dort werden auch die Tool Monitore produziert – in bekannter Schweizer Präzisionsarbeit. Der Service erfordert aber nicht grundsätzlich den Besuch eines Nordmann-Technikers bei Sala oder dessen Kunden. Sollen Bedienungshilfen gegeben oder eine Systemeinstellung überprüft werden, erfolgt dies per Ferndiagnose über eine sogenannte VPN-Verbindung. So können auch Ursachen für einen eventuell nicht erkannten Werkzeugbruch beim Kunden diagnostiziert werden. Das Menü »Anzeigen > Betrachtung der letzten 100 Kurven« erleichtert die Ursachenfindung in eventuell zu weit eingestellten Grenzwerten, einer zu hohen Glättung der Messwerte oder einer falschen Einstellung des Nullpunktgleichs, um nur die gängigsten Fehler zu nennen.

### Per Formel lässt sich der kleinste überwachbare Durchmesser ermitteln

Die Messwertqualität spielt eine große Rolle, um Werkzeugbruch sicher zu erkennen. Dazu hat Nordmann das Wirkleistungsmessgerät WLM-3 entwickelt, das die Spannungen und Ströme der Drehstromantriebe misst, in die Wirkleistung umrechnet und zum Tool Monitor übermittelt, der daraus eine Messkurve bildet und während der Zerspanung mit den eingelernten Hüllkurven vergleicht.

Aus den Erfahrungswerten der Installation vieler Nordmann-Wirkleistungsmessgeräte wurde eine empirische Formel entwickelt, aus der man abschätzen kann, welchen Wert der Durchmesser des kleinsten überwachbaren Bohrers haben darf, der von einer Motorspindel mit einer bestimmten Nennleistung angetrieben wird. Maßgeblich ist hierbei die Gewinnung einer stabilen, mittels Hüllkurventechnik überwachbaren Messkurve. Das Ergebnis ist »Wurzel der installierten Wirkleistung in kW (bei Einschaltdauer 40 Prozent), geteilt durch 2«. So errechnet sich zum Beispiel für eine Motorspindel mit 3 kW der kleinste überwachbare Bohrer Durchmesser zu 0,9 mm. Voraussetzung: Anwendung gängiger und zügiger Zerspanungsparameter, das heißt keine »Bummel-Vorschübe«.

Falls doch ein Werkzeug zu klein sein sollte, um per Wirkleistung überwacht

## INFORMATION & SERVICE



### ANWENDER

#### Sala s.r.l.

25060 I-Collebeato  
Tel. +39 030 2510565

[www.salasrl.com](http://www.salasrl.com)

### HERSTELLER

#### Nordmann GmbH & Co. KG

50354 Hürth  
Tel. +49 2233 9688-0

[www.nordmann.eu](http://www.nordmann.eu)

### DER AUTOR

**Dr.-Ing. Klaus Nordmann** ist Geschäftsführer der Nordmann GmbH & Co. KG in Hürth  
[klaus.nordmann@nordmann.eu](mailto:klaus.nordmann@nordmann.eu)

### PDF-DOWNLOAD

[www.werkstatt-betrieb.de/1397148](http://www.werkstatt-betrieb.de/1397148)



5 Hans Pinsdorf (links), Vertriebsleiter Italien bei Nordmann, und Stefano Poli, Technischer Einkauf bei Sala, – hier bei der Korrektur einer Grenzwerthöhe – konnten ihr Projekt der Lineartransfermaschinen-Überwachung erfolgreich abschließen

(© Nordmann)

zu werden, so stehen weitere Sensoren zur Verfügung, beispielsweise die Nordmann-Erfindung ›Schall-Emissions-Hydrophon‹. Dieser Sensor empfängt per Kühlschmierstoffstrahl als Schallwellenleiter die Geräusche des Zerspanungsprozesses direkt am Ort des Geschehens. Der kleinste damit in der Praxis überwachte Bohrer hatte einen Durchmesser von 0,1 mm. Mittels Schall-Emissions-Hydrophon kann der Tool Monitor sowohl mit einer oberen Grenze die beim Bruch auftretende, gegenüber der Zerspanung um 30 bis 40 dB lautere Schallemission erkennen als auch mit einer Mindestgrenze eine zusätzliche Kontrolle auf eine bruchbedingte Verkürzung des Werkzeugs liefern.

Selbstredend gibt es noch weitere Möglichkeiten, auf Basis der Körperschallmessung Kleinstwerkzeuge zu überwachen, beispielsweise die Körperschallsensoren SEA-Mini und SEA-Feder. Letzterer nimmt die Schallemission vom Werkstück über ein Federstahlelement als Schallwellenleiter auf.

Alternativ zur Körperschallmessung kann für sehr kleine Bohrer auch eine Nordmann-Laserlichtschranke Typ LS-2 verwendet werden. Man platziert sie in der Nähe der Bohrer; ausgewertet wird der Laser-Schattenwurf des Bohrers auf den Empfänger. Die Besonderheit ist ein nicht fokussierter Laserstrahl, der quasi diffus aus dem Sender austritt. Das macht ihn unempfindlich gegenüber Verschmutzungen, weil der Lichtstrahl eben schon vor der Verschmutzung diffus ist.

#### Kühlschmierstoff oder Laserlicht kann als Übertragungsmedium wirken

Statt mit Laserlicht kann auch mit Kühlschmierstoff als ›Strahlmedium‹ gearbeitet werden. Das bietet sich besonders im Arbeitsraum von Werkzeugmaschinen an, weil dort ohnehin die Werkzeugwärme und die Späne

mittels Kühlschmierstoff abgeführt werden. In kleinen Rundtaktautomaten arbeitet man gern mit Strahllängen von 30 bis 60 mm; dazu werden Gabelschranken auf Basis der Staudruckmessung verwendet (Typ SDS). Der aus einer Düse austretende Strahl trifft auf eine Staudruckmessbohrung in einem gegenüberliegenden Röhrchen. Trennt das Werkzeug diesen Strahl infolge Werkzeugbruchs nicht mehr, erfolgen die entsprechende Meldung und der Maschinenstopp.

In Bearbeitungszentren bieten sich eher Strahlschranken mit Strahllängen bis zu 1 m an. Dann trifft der Kühlschmierstoff-Messstrahl bei Verwendung von Schneidöl auf einen flächigen Drucksensor APS-BDA. Bei Verwendung von Emulsion statt Schneidöl dient als Sensor für die Erkennung ›Strahl unterbrochen/Strahl nicht unterbrochen‹ ein Körperschallsensor APS-Q oder APS-L, der direkt mit dem Emulsionsstrahl ›beschossen‹ wird. Emulsion erzeugt ein prasselndes Auftreffgeräusch, wogegen Schneidöl fast lautlos auftrifft; deshalb wird bei Schneidöl der Aufprall-Druck gemessen.

Wenn es darum geht, aus der Vielfalt der Sensoren und Einrichtungen zur Werkzeugbruchüberwachung die bestgeeignete Lösung zu finden, hat Gianfranco Sala, Eigentümer der Firma Sala, eine festgefugte Meinung: ›Wir fühlen uns von der Nordmann-Mannschaft nie alleingelassen, wenn sich bei uns Fragen stellen, wie wir die Werkzeuge in unseren Maschinen überwachen können. Das betrifft auch spezielle Fragen zur Einstellung und Bedienung der Tool Monitore. Die Antwort kommt immer prompt.‹

Der neue flexible Tool Monitor wird anlässlich der AMB in Stuttgart auf dem Stand von Nordmann präsentiert (Halle 1, Stand I 78), aber auch auf einer flexiblen Transfermaschine von Sala s.r.l. (Halle 3, Stand A 72). ■