

Funktionsprinzip-Auswahl ■ Drehteilefertigung ■ Industrie 4.0

## ›Null Fehler‹ ist machbar

So vielfältig wie die Fertigungsaufgaben müssen auch die Werkzeug-Überwachungssysteme sein. Oft genügen klassische Lösungen nicht mehr, die Antriebsdaten ermitteln und auswerten. Erst eine gezielte Integration von Sensorsystemen schafft die nötige exakte Anpassung.

von Wolfgang Klein

Die heutigen Fertigungsprozesse auf spanenden Werkzeugmaschinen werden immer komplexer. Für Werkzeug-Überwachungssysteme bedeutet das: Sie sollten den steigenden Anforderungen stets vollaufgerecht werden. Ein Unternehmen, das sich diesem Anspruch seit gut 27 Jahren verpflichtet fühlt, ist die Nordmann GmbH & Co. KG in Hürth. Ihr Hauptprodukt sind sogenannte Tool-Monitore, die im Fall von Werkzeugbruch oder -verschleiß die Maschine automatisch stoppen. Neben den Tool-Monitoren wird eine Vielzahl diverser Kraft-, Schall- und Wirkleistungssensoren für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle angeboten.

### Automatische Schnitthanwahl als neue, hochflexible Funktion

Apropos unterschiedliche Anwendungsfälle – da gibt es zum Beispiel die ›chaotische Fertigung‹, bei der die Maschine pro Takt nicht nur mit gleichen, sondern mit verschiedenen Rohlingen bestückt wird. Kamerasysteme erkennen hier automatisch den Typ, woraufhin die Maschine jedem Rohling die passende Bearbeitung im jeweiligen Takt zuteilwerden lässt. Da diese Flexibilität natürlich auch bei der Werkzeugüberwachung vorhanden sein muss, ist das ›SEM-Modul-e‹, das neueste Modell der Nordmann-Tool-Monitore, mit einer sogenannten automatischen Schnitthanwahl ausgestattet.

Was die Entwicklung der Flexibilität der Überwachungsgeräte und deren Soft-

ware betrifft, so kann der Anwender durchaus eigene Ideen und Wünsche einbringen. Meist möchte der engagierte Maschinenbediener weder eine Black Box, in der er gar nichts individuell einstellen kann, noch möchte er ein Gerät fernab jeglicher Bedienerfreundlichkeit. – Nein, es soll vielmehr ein einfach und

schnell zu bedienendes Überwachungsgerät sein mit möglichst kurzem ›Dienstweg‹ zu dessen Software-Entwicklern.

Nach Überzeugung von Dr.-Ing. Klaus Nordmann, dem Gründer und Geschäftsführer der Nordmann GmbH & Co. KG, ist der Anwender spürbar motivierter als üblich, wenn seine Ideen bezüglich tech-



1 Der Autor dieses Beitrags (links) und Rainer Wendling, Produktionsentwickler beim Anwender Heinrichs, werten die Kurvenverläufe eines aktuellen Mehrspindel-Drehprozesses aus. Bei Heinrichs bedient man den Tool-Monitor SEM-Modul-e über einen nachgerüsteten Industrie-Computer mit 20“-Touchscreen (© Nordmann)



**2** Die Zentraleinheit des Tool-Monitors SEM-Modul-e ist mit 122 mm × 133 mm × 100 mm nur halb so groß wie das SEM-Modul. Es lassen sich bis zu acht analoge Sensoren sowie 24 Profibus-Kanäle anschließen. Zudem sind USB-, Ethernet-, VGA-, CAN-Bus- und RS232-Schnittstellen vorhanden (© Nordmann)



**3** Piezoelektrischer Dehnungsaufnehmer für hochempfindliche Kraftmessungen in kompakter Ausführung (16 mm Durchmesser, 8 mm Höhe) für kleine Bauräume. Befestigt wird er mittels Spezialkleber, sodass ein aufwendiges Bohren, etwa in gehärtete Oberflächen, entfällt (© Nordmann)

nischer Funktionen und einfacher Bedienung berücksichtigt werden. Mehr noch: Das Engagement des Anwenders sei geradezu mitentscheidend, wenn das Ziel einer funktionierenden, prozessbegleitenden Werkzeugüberwachung erreicht werden soll.

Erst kürzlich brachte der Schrauben- und Drehteilehersteller Heinrichs & Co. KG in Dommershausen verschiedene innovative Ideen mit ein, was den Funktionsumfang des Tool-Monitors betrifft. Die Hunsrückler Dreh-Spezialisten vermisten beispielsweise eine Übersicht der Spitzenwerte. Der Bediener, so der Geschäftsführer Florian Heinrichs, sollte stets im Blick haben, wie stabil sich die letzten Bearbeitungskurven verhalten haben.

Bei Nordmann reagierte man prompt, indem ein Balkendiagramm als Trend der Spitzenwerte kreiert wurde – mit einstellbarer Anzahl der vorangegangenen Werkstücke. Außerdem lassen sich direkt in diesem Balkendiagramm die obere und die untere Grenze gruppieren. Beide Grenzen können gleichzeitig unter gleichem Abstand zueinander verschoben und somit optimal den Fertigungstoleranzen angepasst werden.

### Jetzt hat der Bediener stets Kenntnis von den Spitzenwerten im Prozess

Da das Thema ›prozessbegleitende Werkzeugüberwachung‹ breit gefächert ist und sich dadurch die verschiedensten Anwendungsfälle ergeben, ist bei den

Anbietern von Werkzeugüberwachungstechnik ein Höchstmaß an Flexibilität gefragt. Nicht nur eine leistungsfähige Software sollte vorhanden sein; auch ein breit gefächertes Angebot an Sensoren sollte vorgehalten und je nach Bedarf in die Lösung integriert werden können.

»Bei vielen Maschinen«, sagt Klaus Nordmann, »reicht es nicht aus, nur die Antriebsdaten, zum Beispiel via Profibus, an das Auswertegerät weiterzureichen, weil sich diese Daten eben nur auf die aufgenommene Leistung oder das Drehmoment der Antriebsmotoren beziehen; bei uns wird das übrigens digital über den erwähnten Profibus oder analog über das genauere und reaktionsschnellere Wirkleistungsmodul WLM3 realisiert. In solchen Fällen sollte man als Überwachungstechnik-Anbieter Lösungen bereithalten, die darüber noch hinausgehen. Wir bieten für Analysen jenseits der Leistungserfassung zahlreiche Sensoren an, die – beruhend auf dem Piezo-, dem Wirbelstrom- oder dem DMS-Prinzip – dazu imstande sind, äußerst feinfühlig Messwerte zu liefern.«

Verfügbar sind laut Dr. Nordmann unter anderem verschiedene Schallsensoren wie der Körperschallsensor SEA, der rotierende Schallaufnehmer RSA und das Schall-Emissions-Hydrophon SEH. Mit dem Schall-Emissions-Hydrophon, übrigens eine im Jahr 1986 patentierte Erfindung von Dr. Nordmann, lässt sich die Schallentwicklung an rotierenden Werkstücken oder Werkzeugen abgrei-

fen, und zwar über einen Kühlmittel-Messstrahl als Schallwellenleiter. Auch wenn dieses Prinzip zunächst etwas unglaubwürdig klingen mag – das Prinzip funktioniert, sogar zur Brucherkenntnis von Kleinbohrern, deren Durchmesser deutlich unter einem halben Millimeter beträgt.

Was in einem zeitgemäßen Repertoire zur Werkzeugüberwachung nicht fehlen darf, sind Kraftsensoren. Seit über 15 Jahren hat sich beispielsweise bei Nordmann die BDA-Kralle (basierend auf einer Wirbelstrom-Wegmessung) bewährt. Man kann sie an einer Oberfläche befestigen, zum Beispiel von Vorschubstangen. Dort erfasst sie feinste Dehnungen oder Stauchungen in Längsrichtung. Eine noch höhere Empfindlichkeit kennzeichnet die DMS-Kralle; sie basiert auf Dehnungsmessstreifen. Der sehr kompakte, hochempfindliche piezoelektrische Dehnungsaufnehmer PDA sowie verschiedene Werkstücklängentaster WLT vervollständigen die Palette.

### Selbst leichtes Rattern wird beim Formstechen erkannt

Auch Florian Heinrichs und sein Team profitieren von der Feinfühligkeit der Kraftsensoren. Heinrichs hat auf über 50 Mehrspindlern des Herstellers Schütte piezoelektrische Dehnungsaufnehmer installiert, um die Verbiegung des Stangen-Anschlag-Arms und die Vorschubkraft beim Bohren und Planen zu überwachen. Außerdem wird das sporadisch auf- »

treten Rattern beim Formstechen detektiert. Dazu Rainer Wendling, bei Heinrichs intern zuständiger Nordmann-Ansprechpartner: »Sogar sehr kleine Rattermarken werden erkannt.«

Um solche Ergebnisse zu erzielen, bedarf es eines hochempfindlichen (Piezo-) Sensors, dessen Signal über einen optimierten Ladungsverstärker aufbereitet und dynamisch ausgewertet wird, des Weiteren eines frequenzrichtig eingestellten Software-Hochpasses mit abschließender Gleichrichtung.

Bezüglich der Flexibilität des Tool-Monitors SEM-Modul-e freut man sich bei Heinrichs auch darüber, dass problemlos »Fremd-Sensoren« angeschlossen werden können, verwenden doch die Hunsrücker eigene Wegaufnehmer zum Überwachen diverser Pinolen-Endpositionen. Weil die Messwerte jedoch einer Wärmedrift unterliegen, mussten früher ständig während des Warmlaufens der Maschine die Grenzwerte als Zahlenwerte in der Steuerung nachkorrigiert werden.

Auch für Probleme dieser Art gibt es eine elegante Lösung bei Nordmann: die Funktion »Autolearn«. Sie ist prädestiniert bei sich schleichend ändernden Messwerten, weil die Grenzen einfach mitwandern. Nach jedem gefertigten Werkstück werden die Grenzen automatisch nachkorrigiert, indem sie sich – stets mit gleichem Abstand zur Messkurve – am Niveau der letzten Kurve orientieren. Somit ist sichergestellt, dass sich



**4 Visualisierung des Tool-Monitors SEM-Modul-e.** Links im Display befinden sich die verschiedenen Kraft-Messstellen, rechts daneben ist der jeweils zugehörige Trend der Spitzenwerte erkennbar. Position, Größe, Anzahl und Farbe der einzelnen Messfenster lassen sich frei konfigurieren (© Nordmann)

die Grenzen immer in der gewünschten Nähe zur Messkurve befinden, um auch geringe außergewöhnliche Abweichungen erfassen zu können.

#### Automatische Grenzanpassung orientiert sich am Kurven-Mittelwert

Auch auf den Fall unruhiger Messkurven ist man eingestellt, und zwar indem sich eine gemittelte Kurve hinzufügen lässt. Dabei orientiert sich die automatische Grenzanpassung nicht an jedem »Schnappschuss«, sondern am Mittelwert einer einstellbaren Anzahl der jeweils vorangegangenen Messkurven.

Die gemittelte Kurve kann aber noch mehr. So lässt sich zum Beispiel eine automatische Grenzaufweitung aktivieren, die nach einer einstellbaren Maschinen-Stillstandszeit wirksam wird. Meist nutzt man diese Funktion in Fällen starker Wärmedrift, um falsche Alarme nach dem Neustart einer abgekühlten Maschine zu vermeiden.

Erwähnenswert ist beim Tool-Monitor SEM-Modul-e zudem, dass er im Grunde aus vier unabhängigen Tool-Monitoren in einem Gehäuse besteht. Das Vorgänger-Modell SEM-Modul konnte nur ein Haupt-Startsignal (Programm aktiv) verwalten; der neue Tool-Monitor ist hier flexibler und nimmt es mit bis zu vier solcher Programm-Aktiv-Signale auf, das heißt, es lassen sich mit einem Tool-

Monitor bis zu vier asynchron fertigende Stationen innerhalb einer Maschine überwachen.

Die Heinrichs-Mitarbeiter jedenfalls bewerten die Nordmann-Systeme nach eigenem Bekunden als sehr vielseitig bei äußerst hoher Messempfindlichkeit. Sie schätzen es, dass man aufgrund der grafischen Messkurven die Möglichkeit hat, einfach in den Prozess zu »blicken«, so dass man sozusagen ein Gespür für seine Werkzeuge bekommt. Die Bedienung der Geräte im täglichen Gebrauch empfinden sie als einfach, lassen sich doch die Grenzen per Touchscreen problemlos verschieben und »beschneiden«.

Auch die Anzahl der Pseudo-Alarme lässt sich verringern durch diverse Einstellungen der Messkurven-Glättung und der Mindest-Verletzungsdauer der Grenzen. Anhand der Trend-Darstellung der Spitzenwerte hat man immer gut im Blick, wie stabil sich Prozess und Werkzeugverschleiß verhalten.

Rainer Wendling fasst die Erfahrungen so zusammen: »Bei unseren Drehteilen erwartet der Kunde eine Null-Fehler-Produktion. Um dieses Ziel zu erreichen, sind die Tool-Monitore ungemein hilfreich; deshalb darf keine Maschine ohne Überwachung laufen. Die Nordmann-Systeme machen einen guten Job. Sie lassen sich einfach bedienen und sind sehr flexibel.« ■

## INFORMATION & SERVICE



### ANWENDER

**Heinrichs & Co. KG**  
56290 Dommershausen  
Tel. +49 6762 9305-0  
[www.heinrichs.de](http://www.heinrichs.de)

### HERSTELLER

**Nordmann GmbH & Co. KG**  
50354 Hürth  
Tel. +49 2233 9688-0  
[www.nordmann.eu](http://www.nordmann.eu)

### DER AUTOR

**Wolfgang Klein** ist Service-Techniker bei Nordmann in Hürth  
[wolfgang.klein@nordmann.eu](mailto:wolfgang.klein@nordmann.eu)

### PDF-DOWNLOAD

[www.werkstatt-betrieb.de/6208810](http://www.werkstatt-betrieb.de/6208810)